

662-2
103.506
9074

Бу об.

Пролетарии всех стран, соединяйтесь!

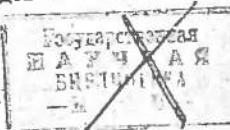
СССР

всех

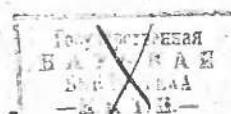
Главное Управление Военной Промышленности
(Г. У. В. П.)

ОГЛАВЛЕНИЕ

	Стр.
Сырые материалы	3
Уголь	9
Селитра	11
Сера	—
Химическая часть (черный порох)	—
 Специальная часть.	
Изготовление черного пороха	17
Измельчение сырых материалов	21
Сера	22
Уголь	—
Селитра	23
Смешивание порохового состава	—
Уплотнение смеси	25
Прессование пороховой смеси	26
Зернильные и сортировочные мастерские	28
Округление и полировка	30
Сушка пороха	31
Обеспыливание	—
Смешивание готового пороха	32
Хранение	33
Свойства пороха	34
Кубический вес или гравиметрическая плотность	35
Действительная и абсолютная плотности	36
Способность пороха к воспламенению	37
Порох для зажигательных шнурков	—
 Сила взрыва; баллистические и другие свойства важнейших сортов пороха.	
Охотничий порох	38
Трубочный порох	39
Минный порох	41
Вещества схожие с черным порохом	42
Физические и баллистические качества порохов	46
Расположение и устройство пороховых заводов	47



103.506

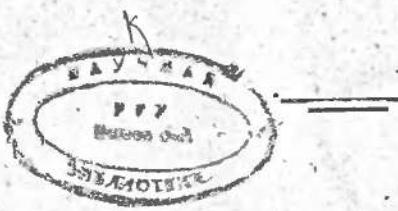


ЧЕРНЫЙ ПОРОХ

Извлечение из книги Фогта

„ПРИГОТОВЛЕНИЕ ВЗРЫВЧАТЫХ ВЕЩЕСТВ“

Пер. с нем. Е. М. БЕРМАН



ИЗДАНИЕ НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО СОВЕТА

1925

Черный порох.

Сырые материалы.

Уголь.

Из трех составных частей нужных для изготовления черного пороха уголь требует, собственно говоря, наибольшего внимания и изучения ввиду того, что, смотря по происхождению и способу изготовления, он придает пороху более или менее ценные свойства. В то время как селитра и сера имеются на рынке в достаточно чистом виде и кроме того позволяют легко исследовать аналитически малейшие уклонения от предписанных норм, так что их всегда можно забраковать перед употреблением, угля дело обстоит значительно сложней и запутанней, так что определение его годности значительно трудней. Конечно, для минных сортов пороха не играет такой роли худший или лучший сорт угля употребляется для его изготовления, хотя во всяком случае это отражается на дыме, что играет не малую роль в рудниках; что касается до лучших сортов пороха, как, например, охотничий, трубочный, гранатный и т. п., то для них лучший сорт угля является необходимым условием.

Фабрикант должен этот сорт сырья производить сам, ибо при получении со стороны никогда нельзя установить точно пригодность всего угля, и недостатки в немказываются лишь при готовом порохе, что, конечно, поздно; ни одна фабрика или завод в настоящее время не очищают серу или селитру сами; но в тоже время ни один завод не приобретает свой пороховой уголь на стороне.

Из всего вышесказанного видна необходимость описания различного рода устройств для обжигания угля в то время, как можно обойти молчанием способ производства серы и селитры.

Для обыкновенных сортов пороха, как, например, миный, можно в случае необходимости употреблять уголь, полученный из любой породы дерева. Сосновый уголь с содержанием углерода в количестве 74—80%, вполне удовлетворяет этим сортам пороха в смысле легкости загорания и скорости горения. Что же касается до военных и охотничьих порохов, то указанные свойства и зависящие от них давления газов и начальная скорость стоят на первом плане. Вследствие этого дешевые сорта пороха, пожалуй, проще и дешевле выделять на покупном угле.

Тираж 500.

Главлит № 48 634
Типо-литография издательства ЦСВНО "Бойка и Техника", Москва, Ульяновская ул.,
Шелапутинский, 6. Телефоны: 2-04-55 и 4-90-39.

Для лучших сортов пороха предпочитают уголь, полученный из самых мягких пород дерева, а именно—липовый, тополевый и различных кустарников вроде крушины.

В Германии выше всего ценится крушина, которая и употребляется больше всего наряду с ольхой. Точно также для пороходеления испытывались и употреблялись угли из пеньки, льна, бобовых стручков (раньше, преимущественно в Англии), бук, виноградной лозы и т. д.

Показателем пригодности служит прежде всего легкая загораемость и для этого подходят больше всего породы дров свободные от смолы, ибо смолистые способны и склонны при обжигании давать особого рода нагар и вследствие этого не подходят к изготовлению лучших сортов пороха.

Точно также следует избегать сортов дерева богатых солями и дающих при обжигании много золы.

Предназначенное к употреблению дерево освобождается от коры, скоблится и напиливается на куски толщиной 15—10 мм, которые складываются в поленница и подвергаются выдерживанию на свежем воздухе не менее одного года, что имеет целью дать возможность выветриваться по возможности всем составным частям дерева, кроме клетчатки, дабы последняя оставалась по возможности в чистом виде.

Чем дерево свежее и богаче междуклеточными частями, тем ниже его способность давать легко зажигающиеся угли, если оно не было подвергнуто выветриванию; последнее способствует точно также и понижению содержания золы, что понижает гигроскопичность пороха и повышает его стойкость. Поэтому предпочитают употреблять дрова спиленные весной, ибо тогда они всего сочней, богаче водой и содержат менее всего солей.

Приготовленное таким образом дерево обжигается в ямах, котлах или цилиндрах.

Обжигание в ямах или котлах уже устарело, ибо оно дает большей частью пережженный уголь, который очень богат золой и, кроме того, стекание назад в яму смолы или дегтя ведет к образованию накипи или нагара, что понижает способность загораться части угля, покрытые нагаром и делает их негодными к употреблению для пороха.

Вследствие указанного, везде перешли к выжиганию угля в цилиндрах или ретортах, ибо в последнем случае заводчик имеет возможность направлять всю работу и может, по своему желанию, изменять температуру и продолжительность обжигания.

В зависимости от температуры, при которой ведется обугливание, получаются различные продукты; с повышением температуры, увеличивается, само собой разумеется, содержание углерода и понижается выход. До 150°Ц. происходит только высыхание дерева; начиная с этой температуры меняется химический состав (дерева и клетчатки)

и выделяются первые посторонние продукты—землистые вещества, сахаро- и декстриноподобные составы, которые еще не разделены химическим путем и состав которых не определен в точности; хотя по наружному виду и кажется, что уголь сохранил строение дерева, но последнее с повышением температуры разрушается, масса делается хрупкой и легко растираемой, и при 250°Ц.—260°Ц. теряет вполне свой связанный волокнистый характер. Полученный при этой температуре уголь красноват и называется бурым углем, он очень легко зажигается и подходит для фабрикации охотничьего пороха.

С повышением температуры уголь чернеет и становится богаче углеродом; вместе с тем повышается и его удельный вес, равный при различных температурах обжигания:

150°Ц.	1.057	440°Ц.	1.709
250°Ц.	1.413	1025°Ц.	1.841
350°Ц.	1.500	1500°Ц.	1.869

Биолетт основательно изучил свойства угля идущего для изготовления порохов и установил температуры обугливания в следующей зависимости от температуры вспышки:

Температура обугливания.	Температура вспышки.
260°Ц.—280°Ц.	340°Ц.—360°Ц.
290°Ц.—350°Ц.	360°Ц.—370°Ц.
432°Ц.	около 400°Ц.
1000°Ц.—1500°Ц.	600°Ц.—800°Ц.

Так как присутствие серы понижает точку вспышки угля, то Биолетт нашел, что уголь, загорающийся при 250°Ц.—400°Ц. в смеси с серой загорался при 250°Ц.; угли полученные при высших температурах сгорают в смеси с серой только отчасти и только сама сера выгорает вполне. Точно также смесь высокообожженного угля с селитрой сгорает не вполне, так что ясно, что такие пороха не в состоянии ни развить всю энергию ни дать удовлетворительные продукты горения.

Очень подробное описание опытов Биолетта можно найти в сочинении О. Гуттмана; мы приведем ниже (см. стр. 6) лишь таблицу добывания разных продуктов отгонки при различных температурах.

Для приготовления порохового угля пользуются различными системами, при сооружении которых в первую голову проводилась мысль о равномерном нагревании всего заключенного дерева, дабы получить по возможности равномерный продукт обработки. Вследствие этого цилиндры и реторты должны быть не очень велики и должны поворачиваться. Лучшие результаты были получены при цилиндрах длиной в 1000 мм и диаметром 500 мм при вместимости в 40 кгр дерева. Кроме того часто употребляются цилинды двойной ширини.

Темпера- тура обуглива- ния.	Продукты разложения дерева через обугливание:					В с е г о .	
	Твердые продукты (остаток).			Продукты отгонки.			
	Углерод	Газы	Зола и пепел	Углерод	Газы		
В п р о ц е н т а х .							
150°Ц.	47,51	52,41	0,08	—	—	100	
160°Ц.	46,66	51,26	0,08	0,85	1,15	100	
170°Ц.	45,18	49,28	0,09	2,35	3,12	100	
180°Ц.	45,36	45,12	0,11	4,15	7,26	100	
190°Ц.	41,50	40,31	0,18	6,01	12,00	100	
200°Ц.	39,95	34,97	0,18	7,56	15,34	100	
210°Ц.	36,03	36,96	0,15	8,48	18,38	100	
220°Ц.	36,13	30,51	0,16	10,68	21,82	100	
230°Ц.	31,64	23,66	0,17	16,87	28,76	100	
240°Ц.	32,14	18,39	0,26	16,37	32,84	100	
250°Ц.	32,58	16,78	0,31	14,13	35,40	100	
260°Ц.	27,31	12,69	0,23	20,20	39,57	100	
270°Ц.	26,17	10,65	0,32	21,34	41,52	100	
280°Ц.	26,27	9,68	0,21	22,80	42,50	100	
290°Ц.	24,71	9,17	0,21	22,80	43,11	100	
300°Ц.	24,62	8,80	0,19	22,89	43,50	100	
310°Ц.	24,20	8,43	0,24	23,31	43,82	100	
320°Ц.	23,71	8,35	0,17	23,80	43,97	100	
330°Ц.	23,37	8,25	0,15	24,14	44,09	100	
340°Ц.	23,71	7,69	0,14	23,80	44,67	100	
350°Ц.	22,73	6,75	0,18	24,78	45,56	100	
432°Ц.	15,40	3,25	0,22	32,11	49,02	100	
1023°Ц.	15,37	3,12	0,30	32,10	49,11	100	
1100°Ц.	16,32	2,86	0,22	32,10	49,11	100	
1200°Ц.	15,86	1,40	0,20	31,65	50,89	100	
1500°Ц.	16,37	0,83	0,11	31,14	51,55	100	
Выше 1500°Ц.	14,78	0,23	0,29	33,03	51,97	100	

В силу природных особенностей данного материала невозможно достичнуть приспособлений, дающих равномерное нагревание, в виду чего в одной и той же партии всегда находятся угли показывающие различные степени разложения. Бурые и черные угли всегда встречаются вместе и их приходится рассортировывать уже вручную.

Рядом с конструкцией печей большую роль играет способ отопления и внимательное отношение приставленных к печам рабочих.

Пламя должно направляться так, чтобы оно не касалось непосредственно реторт и чтобы температура внутри последней никаким образом не превышала 250°Ц.—260°Ц., за чем можно следить по приспособленному пиromетру.

Перед закладкой дерево распиливается на куски нужной длины, укладывается в связки и затем укладывается аккуратно в реторту. Последняя запирается и дверь замазывается глиной.

Приблизительно через 4—5 часов после начала топки начинается отгонка, газообразные продукты удаляются через вытяжную трубу имеющую стеклянное окошко для наблюдения за продуктами дистillationи. Сначала улетучиваются только водяные пары, которые мало-малу начинают желтеть в виду появляющегося и увеличивающегося наличия на ряду с кислотами и углеводородами еще ацетона древесного спирта и т. п. По охлаждении эти вещества разделяются на смолистые и газообразные продукты, которые могут быть уловлены соответственной аппаратурой. Иногда газы отводятся прямо в воду, но в таком случае нужно следить за тем, чтобы последняя после охлаждения не попала в реторту.

Иногда продукты отгонки отводятся в топку и там сжигаются, но так как при этом образуется очень длинное пламя, приходится устраивать особые приспособления, устройство которых регулирует применение продуктов отгонки к отоплению реторты.

В дальнейшем развитии процесса обугливания газы принимают синий оттенок, что служит указанием на то, что операция приближается к своему концу.

Если зажечь газы в особенно приспособленных для этого устройствах, то сперва они горят светящим пламенем; чем дальше развивается процесс обугливания, тем беднее становится газы углеводородами и другими горючими соединениями и богаче углекислотой; пламя становится менее светящимся и принимает в конце-концов фиолетовый цвет, что служит сигналом окончания операции.

Если реторты вмазаны в печь, то, по окончании операции, выгребают из топки остатки топлива и оставляют реторту остывать; подвижные же реторты вытягиваются на тяжах или кранах и их оставляют вместе с содержимым остывать в предназначенном для этого помещении.

Если вынуть свежеприготовленный уголь из реторты, то он сейчас же загорится на вольном воздухе, ибо свежий уголь обладает свойством скращивать газы на своей поверхности; в присутствии кислорода это явление происходит с повышением температуры, доводящей даже до самовозгорания угля; это можно ожидать с особенной уверенностью в том случае, если уголь сложен в большие кучи и тем самым лишен возможности охлаждаться. Вспышка происходит в таком случае в середине кучи. При сухой погоде древесный уголь способен к поглощению газов и водяных паров до 7,5% и при очень сырой—до 10% собственного веса.

Температура возгорания равна в среднем 340°Ц., при чем замечено, что сначала нагревание идет медленно до известной точки, по достижении которой температура повышается быстрыми скачками до самовозгорания.

Сгущенные на поверхности угля газы большую часть можно удалить нагреванием, при чем приблизительно одна треть поглощена

иого количества еще удерживается при 270°Ц., как возможная наименшая степень окисления углерода.

Из крушины, лежалой на воздухе и содержащей до 12% влажности, получается до 27% выхода угля.

Для отопления реторт подходит всякий материал, а потому как уголь, так и дрова и газ употребляются для этой цели на разных заводах. Как уже было сказано выше, главную роль при отоплении реторт играет равномерное нагревание всей реторты.

Готовый уголь герметически закрывается в тушильниках из листового железа размерами около 1000 мм высотой и 400 мм в диаметре и сохраняется в теплом месте. Уголь в свежем виде нельзя рекомендовать к дальнейшей обработке, так как в таком случае неизбежно самовозгорание пороха и сопряженные с ним взрывы; поэтому уголь берется не ранее чем после двух недель пребывания на воздухе.

В Франции были сделаны попытки тушения угля водой, чтобы тем самым лишить его способности самовозгорания, но такой уголь оказался совершенно непригодным для пороха, точно так же, как уголь полученный помошью обработки дерева серной кислотой.

Биолетт пробовал применить вместо непосредственного нагревания огнем перегретый пар. В принципе аппарат, сооруженный для этой цели, состоит из концентрически расположенных железных цилиндров, из которых внутренний служит для помещения дерева. Пар нагревается в толстостенной трубке до 350°Ц. под давлением 1—1½, атмосфер и пускается в угольный цилиндр. Вся конструкция для предотвращения охлаждения замуровывается, а дверь для заряжания цилиндра делается двойной.

Ход производства описывается Биолеттом так: перегретый пар, температуру которого измеряют металлическими цилиндриками с различной точкой плавления, проходит через дерево и увлекает с собой продукты отгонки; дистилляция кончается приблизительно через два часа, тогда как при непосредственном нагревании на это требуется от 9 до 11 часов. Бурый уголь при высокой температуре переходит в черный в течение 3—4 минут, поэтому реторты нужно сейчас же опоражнивать. Так как дерево накладывается в сеткообвязанные вместилища, потом в цилиндр, то опоражнивать последние очень легко и удобно, ибо уголь вынимается с сеткой и прямо высыпается в тушильники. Заряд или закладка реторты в 25 кгр сейчас же снова засыпается в цилиндр и следующая операция проходит еще быстрей, ибо печь уже нагрета, так что всего с наполнением и опоражниванием на это уходит 2 часа и одна реторта в течение дня в состоянии дать 50 кгр угля.

Часовой расход пара при ¼ атмосфере—20 кгр, при ½ атмосфере—25 кгр. и при 1 атмосфере—45 кгр. Расход угля достигает 80—120 кгр в зависимости от давления; для отопления змеевика для перегрева пара требуется для каждой операции 15—20 кгр дров

или 5—6 кгр кокса. Таким образом для изготовления 100 кгр угля требуется 150—200 кгр дров или 60—80 кгр кокса.

Полученный в таком аппарате уголь не весь бурый, а содержит еще некоторое количество черного, что вполне естественно, так как первые встречающиеся паром части дерева обугливаются сильней, при чем при температуре пара 350°Ц. получается бурый уголь с 70% углерода и черный с 85% углерода; в ретортах же с прямым нагреванием уголь получается в среднем с 71—72% углерода.

По Биолетту приготовленный посредством перегретого пара уголь более пригоден для фабрикации пороха, чем обыкновенный ретортный, ибо он значительно повышает начальную скорость.

Хороший ретортный уголь имеет поперечные, но непролонгированные трещины, тупые угли, звенят не так, как черные угли, ломается без осколков; при перетирании пальцами чувствуется как графит на синей бумаге дает большей частью бурую черту и, будучи растиерт, имеет вид взерошенного бархата. Все покрытые нагаром и налипью куски необходимо удалить.

Хороший бурый уголь горит синим, чуть-чуть желтоватым пламенем и совершенно растворяется в растворе едкого кали.

Во избежание самовозгорания Гюнтер на заводе в Рейхенштейне сильно понизил поглощение углем кислорода проведением в тушильники углекислоты.

Бурый уголь идет, главным образом, для фабрикации охотничьего пороха, тогда как для военных надобностей употребляется не так легко загорящийся черный. Но ввиду того, что в настоящее время оба сорта не имеют такого значения, как это было при фабрикации призматического пороха, то мы не будем дальше останавливаться на этом.

Селитра.

Из всех известных нитратов для изготовления черного пороха употребляется лишь калиевая селитра KNO_3 . Хотя она и содержит меньшее количество кислорода, чем натриевая, или чилийская, или кальциевая и аммиачная, но она зато не гигроскопична и, кроме того, легче отдает свой кислород.

В настоящее время калиевая селитра почти исключительно добывается из чилийской через перекристаллизацию с хлористым калием и только Англия покрывает свою потребность индийской селитрой, получаемой, как и раньше, вываркой из содержащих ее земель.

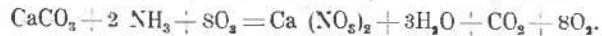
Производство пороха ставит очень строгие требования относительно чистоты селитры; в особенности нужно следить за отсутствием хлористых соединений. Чем выше их содержание, тем гигроскопичнее становится порох и тем ниже его стойкость. Уже малейшее содержание влажности действует очень неблагоприятно на скорость горения и способность легко зажигаться, а потому высший допустимый

предел содержания хлористого натрия равняется: во Франции — 0,032%, в Германии — 0,01%, и в Англии даже 0,005%. Сообразно с уменьшением содержания хлористого натрия уменьшается также и присутствие других примесей, ибо последние удаляются легче, чем поваренная соль.

Останавливаться на очищении селитры не стоит, так как она имеется в продаже в достаточно чистом виде, как уже было сказано выше.

Некоторый интерес представляет, пожалуй, лишь то, каким образом правительства покрывали свою потребность до того времени, как стали известны отложения чилийской селитры и открылась торговля ею. Потребность эта в виду постоянных и длительных войн была очень велика и притом совершенно необходима.

Так как селитра представляет собой конечный продукт разложения азотистых веществ, то в известном количестве она встречается в природе везде и в особенности в черноземе и перегное. Присутствие извести и азота способствует интрификации по формуле:



В присутствии солей калия происходит одновременно переход кальциевой селитры в калиевую. В погребах и на северной стороне сырых зданий селитра выветривается и выступает на стенах в виде белого налета.

Особенно легко и в большом количестве образуется эта селитра вблизи кладбищ или свалочных мест,—вообще там, где гниют в большом количестве белковые вещества. Таким образом, раньше просто на-просто выщелочивали богатую селитрой землю, профильтровывали и отставали фильтрат.

Позднее очищали фильтрат тем, что заставляли известь выпадать с поташом и нитрат добывали фракционированной или частичной кристаллизацией.

Так как полученная, таким образом, селитра не могла покрыть потребности, то начали разводить искусственные селитряницы тем, что смешивали богатую известью землю с навозом и другими отбросами и заботились о хорошем соприкосновении с воздухом; от времени до времени эти кучи или места выщелачивались и раствор выпаривался на селитру.

Во Франции добывание селитры было государственной монополией. Казенные выварщики селитры во время революции, когда не хватало годовой производительности в 500.000 кгр, отбивали известку со стен и искали селитру в каждом погребе.

В некоторых странах устройство селитряниц было различно и всегда невыгодно там, где для интрификации употреблялся навоз, например, во Франции, Швейцарии и Швеции и, наоборот, очень хорошие результаты получались там, где в дело шли человеческие моча и отбросы.

Полученный из такой смеси земли продукт состоял приблизительно из 10% калиевой селитры, 18% хлористого натрия и калия и 72% нитрата кальция и магния.

Индийская селитра добывается этим способом до настоящего времени и эта работа составляет большую часть туземной промышленности.

Для минных сортов высокие требования относительно чистоты селитры не ставятся, ибо там гигроскопичность не играет такой роли, как у порохов, предназначенных для стрельбы.

Для минных сортов употребляется даже очень гигроскопичная натриевая селитра, при чем все же содержание нитрата должно быть не ниже 96%. Порох из этой селитры употребляется также для подрывных работ в шахтах или рудниках с мягкой породой.

В то же время от чистой селитры требуется содержание нитрата не менее 99,5%.

Сера.

Сера, как третья составная часть пороха, тоже имеется в продаже в достаточно чистом виде.

Для лучших сортов требуется большая чистота, отсутствие мышьяка и кислот и не больше 0,06% остатка от сжигания.

Для минных порохов такие условия не ставятся.

Химическая часть (черный порох).

Из трех составных частей селитры, серы и угля, из которых составляется черный порох, уголь есть именно та часть, которая придает пороху его характер. Смотря по происхождению и качеству угля, можно приготовить легковоспламеняющийся бризантный¹⁾ порох или медленно-горящий прогрессивный: первый тип представляет собой охотничий, второй—военные, в особенности орудийные пороха.

При изготовлении военных сортов главную роль играла мысль приготовить порох годный для метания снарядов, который при наименьшем давлении был бы в состоянии сообщить снаряду наибольшую скорость; для этого порох не должен сгорать сразу, подобно взрыву бризантного вещества, а должен сгореть весь лишь к тому моменту, когда снаряд оставляет дуло. Это достигается, во, конечно, до известных границ, как уже было выше сказано, применением черного угля в противоположность бурому углю применяемому для охотничьего пороха. Если превзойти содержание углерода в 73—74%, то может наступить неполное сгорание.

Точно также изменением состава можно при увеличении содержания угля за счет количества селитры, какносителя кислорода, уменьшить скорость горения пороха. Однако, такое уменьшение скорости горения влечет за собой уменьшение скорости выделения газов и теплоты; явление, способствующее понижению силы выделяемой

¹⁾ У автора „brisantener“.

порохом. Лучшие результаты были достигнуты при механическом, а не химическом изменении природы пороха. Уже в XV веке было сделано открытие, что зерненый порох горит совершенно иначе, чем пылеобразный, и лучше подходит для стрельбы; необходимым для этого уплотнением повышается скорость горения; по сравнению с пылеобразным зерненый порох горит однообразней и быстрей, поэтому последний сорт был взят для пушек, тогда как первый применяли для ручного огнестрельного оружия. Позднее было найдено, что скорость горения зависит от величины зерен, ибо горение развивается концентрическими слоями от наружных к внутренним; поэтому для орудий было выбрано крупное, для ружей мелкое зерно; эта мысль развивалась дальше до того, что зерна охотничьего пороха дошли до величины 0,5 мм, в то время как размеры зерен пороха продолжали увеличивать. Родман своими измерениями давлений, дал этому дальнейший толчок, результатом чего было введение, так называемого „галькового“ (Kiesel pulyer) пороха в Америке и „призматического“ в России, введенного ген. Доремусом. Последний сорт представляет собой шестигранные призмы, до 40 мм в попечнике с одним или несколькими каналами. Этими формами развитие черного пороха, повидимому, достигло своей вершины, в то мы не можем себе представить теоретические случаи, при которых было бы большее увеличение метательной силы вместо свойства близантности.

Кроме наружного вида и величины зерен готового пороха, его свойства зависят еще от величины и формы его составных частей. Одни из старейших основных химических законов гласят, что про текание обмена зависит от величины поверхности и тщательности перемешивания составных частей. Чем больше поверхность и тщательнее перемешивание, тем полнее протекает реакция.

Теоретически, чем тоньше размельчены составные части и чем лучше они перемешаны, тем лучше должны быть результаты стрельбы; однако, практика учит нас, что этот вывод справедлив только до известных границ, но не до крайних пределов.

Если обрабатывать пороховой состав в течение известного времени, то одновременно совершаются три операции: во-первых, отделяемые частицы разделяются и перемалываются, во-вторых, смешиваются и, в-третьих, состав уплотняется¹⁾. С продолжением обработки плотность до известных границ повышается и затем опять падает.

Гуттман дает следующие значения плотностей для пороха в зависимости от времени обработки:

1 час 48 мин.	плотность	1,63
2 " 20 "	"	1,42
5 " 24 "	"	1,36
7 " 12 "	"	1,36
9 " 36 "	"	1,30

¹⁾ Кроме того состав прессуется и происходит весьма равномерное распределение влажности. Примеч. перевода.

Гравиметрическая плотность изменяется следным же образом.

После 1 часа	0,394
" 3 "	0,355
" 5 "	0,340
" 7 "	0,338
" 9 "	0,352
" 12 "	0,357

Уменьшение плотности объясняется переходом составных частей после известного времени из кристаллического состояния в аморфное, при чем увеличивается их объем. Очевидно, что в последнем случае их отношение к горению будет иное, чем в первом. Вывод, что порох, который слишком долго находился под бегунами, теряет свои хорошие качества; отвечает практическим результатам. Что порох, изготовленный в толчках, можно сказать то же самое.

Особенно чувствительна в этом отношении натриевая селитра. После сравнительно очень короткой обработки с известными углесодержащими веществами она теряет свою способность к детонации.

Например, смесь из 83% натриевой селитры и 17% тринитротoluola после трехчасовой обработки в бочке легко и свободно детонирует от капсюля N. Если время обработки продолжить, то способность детонировать ухудшается и, примерно, после четырех часов исчезает совсем.

Для смесей с калиевой селитрой уменьшение чувствительности замечается лишь после очень продолжительной обработки, что не имеет никакого практического значения. Например, приведенное выше соотношение, в случае употребления калиевой селитры, дало уменьшение способности детонировать лишь после десятичасовой обработки. Так как в настоящее время для минного пороха идет большое количество натриевой селитры, то на это явление надо обращать внимание.

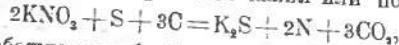
При употреблении аммиачной селитры при смешении тоже можно иногда переусердствовать, так что тщательное смешение и измельчение играющее большую роль, из-за потери чувствительности и способности детонировать может свести к нулю все достигнутые преимущества.

При определенном составе пороха задача механической обработки состоит в достижении наилучших условий для полнейшего химического превращения. Что это не всегда происходит видно из многочисленных анализов пороховых остатков. Таким образом Бунзен и Шишков нашли в остатках одного сорта охотничьего пороха от 5,19% до 5,48% селитры и от 0,97% до 1,86% угл. Это означает, что сравнительно большая часть угл. вообще не оказала никакого действия. При этом оба исследователя нашли только следы серы. Нобль и Абель при исследовании военных сортов пороха нашли поразительное количество (до 12%) серы в остатке и очень мало угл. и селитры. Во

избежание подобных случаев и обстоятельств нужно всегда помнить, что для каждого из трех составных веществ нужна определенная величина зерна и для достижения этого нужно определенное время размола. При этом каждая из трех составных частей пороха требует различное время для предварительного измельчения перед смешиванием под бегунами или в толчехах.

Величина зерен должна соответствовать способности гореть и загораться. В общем, этому соотношению величин зерен придается мало значения, хотя само собой очевидно, что если в порохе или уголь или сера будут гореть неодинаково скоро и неодинаково легко будут загораться, то и сгорание самого пороха будет неполное и неравномерное. Небрежное отношение к этому обстоятельству является причиной того, что пороха одного и того же состава очень часто дают различные остатки.

Сера играет своеобразную и до сих пор не совсем ясно освещенную роль в пороховой смеси. В то время как в греческом огне уголь или дерево, там, где вместо горючего и вожигающего состава надо было получить порох для метания снарядов или взрывчатое вещество, принципиально ее присутствие является излишним. Действительно, смесь угля и селитры загорается и без присутствия серы должна теоретически давать значительно большее развитие силы пороха без серы, чем в ее присутствии. Сера потребляет кислород и, понижая образование углекислоты, уменьшает таким образом образование газа и выделение тепла, т.-е. очень значительную часть живой силы потребляет для себя. Если бы сера связывала калий по уравнению Шевреля в форме сернистого калия или полисульфидов:



то при этом освобождались бы большие количества углекислоты, которая фактически остается в связанном виде в углекислых оолях, остатка. Однако в действительности сернистый калий находится в пороховых остатках в очень незначительных количествах; большая часть серы переходит в тиосерные и сернокислые соли.

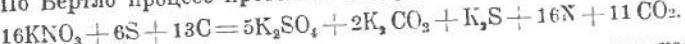
В своей лекции — „500 лет взрывчатых веществ“ Нобль говорит: „Я не понимаю, почему сера так долго удерживалась в качестве составной части порохов, предназначенных для стрельбы. В конечном выводе из приведенных им в указанной лекции результатов исследований серу приходится считать лишь баластом. Если все-таки до сих пор не удалось без нее обойтись, то причину нужно искать в том, что сера служит родом связующей замазки между углем и селитрой. Бессерные порохи очень плохо держатся после прессования и зернения и понемногу распадаются и распыливаются. Во Франции хотя и делались попытки применения вместо серы других связующих веществ, однако эти попытки не увенчались успехом. Это свойство, однако, не касается поступающего в продажу прессованного цилин-

дрического пороха так же, как и бедного серой бурого призматического, который никогда не выказывает склонности к распыливанию и распадению. Кроме того нужно считаться с тем, что бессерный порох, содержащий красный или черный уголь (бурый призматический порох содержит очень слабо обожженный уголь с 50—52% С), был бы в качестве метательного средства слишком бризантным, в то время как присутствие серы действует сдерживающе на горение в отношении его скорости. Процесс можно себе представить так, что сера сначала сгорает в серную кислоту с образованием сернокислых солей, при чем серная кислота в присутствии окиси углерода восстанавливается в сернокислые, серноватистые и сернистые соединения, при чем процесс горения приближался бы к полному, если бы в конце концов вся сера переходила в сернистые или серноватистые соединения. Присутствие сернокислой соли служит, повидимому, признаком слишком скорого сгорания, вследствие чего восстановление не могло совершиться полностью.

У порохов, предназначенных для стрельбы кроме баллистических свойств есть еще одно свойство, которое требует очень большого внимания и, повидимому, стоит в большой зависимости от присутствия серы. Мы говорим про состав и свойства порохового остатка, остающегося в канале после выстрела (нагар или налет). Если налет сухой и твердый, то его очень трудно удалить; кроме того он засоряет и суживает канал ствола и может служить причиной его разрыва. Остаток должен быть сырьим, размазывающимся и легко отделяться от стенок. Хотя углекислый калий сам по себе и очень гигроскопичен и расплывается на сыром воздухе, однако, в свежем виде (например, тотчас после выстрела) он очень сух и тверд, и только присутствие небольших количеств сернистых соединений делает возможным образование пороховой слизи или грязи.

Во всяком случае процесс сгорания пороха очень сложен и частично не выяснен во всех своих стадиях. Поэтому невозможно составить, подходящее ко всем случаям и правильно рисующее картину всего процесса, уравнение разложения, хотя очень известные и выдающиеся исследователи вроде Бертло, Бунзена, Шишкова и других и дали различные формулы разложения. Однако, Нобль находит, что они неестественны и могут претендовать лишь на приблизительную оценку и освещение происходящего разложения пороха.

По Бертло процесс протекает следующим образом:



Это уравнение дает очень неправильную картину, так как не обращено никакого внимания на образование окиси углерода.

При исследовании Бунзена и Шишкова порох был взят следующего состава:

78,99% селитры;	0,41% водорода;
9,84% серы;	3,07% кислорода;
7,09% угля;	следы золы.

Полученные продукты горения дали:

Твердый остаток. Дым.

	В процентах.
Сернокислый калий	56,62
Углекислый калий	27,02
Серноватистоксилный калий	7,57
Сернистый калий	1,06
Закись калия	1,26
Роданистый калий	0,86
Селитра	5,19
Уголь	0,97
Углекислый аммоний	следы
Сера	0,11

Газообразные продукты дают следующее об'емное соотношение:

	В процентах.
Углекислота.	52,67
Азот.	41,12
Окись углерода	3,88
Водород.	1,21
Сероводород	0,60
Закись азота.	—
Кислород	0,52

100

Дебю дает следующее уравнение для порохов завода в Waltham-Abbey, как средний вывод:



Федоров, Линк, Кароли и в особенности Нобль и Абель доказали, что при различных давлениях образуются и различные продукты горения.

Исследованные Ноблем и Абелем сорта пороха имели следующие составы:

Составные части.	Гальков. порох	Порох	Порох	Порох	Испанс. Гальков. порох
					В процентах
Селитра.	74,67	74,95	75,04	73,55	75,30
Сернокислый калий.	0,09	0,15	0,14	0,36	0,27
Хлористый калий.	—	—	—	—	0,02
Сера	10,07	10,27	9,93	10,02	12,42
Всего угля.	14,22	13,52	14,09	14,59	11,34
Влажность (H_2O).	0,95	1,11	0,80	1,48	0,65
Состав древесного угля: С	100	100	100	100	100
" " " Н.	12,12	10,86	10,67	11,36	8,65
" " " О.	0,42	0,42	0,52	0,49	0,38
" " " золы	1,45	1,99	2,66	2,57	1,68
	0,23	0,24	0,25	0,17	0,63

Исследования Нобля и Абеля при сжигании пороха в закрытой камбе сводятся к следующим выводам:

1) после взрыва продукты сгорания состоят приблизительно из 57 весовых частей твердых (включая и дым) продуктов и 43 весовых частей газов;

2) в момент детонации одного грамма пороха жидкие продукты, которые, вне всякого сомнения, находятся в весьма распыленном состоянии, занимают пространство приблизительно в 0,6 куб. см;

3) в тоже время об'ем упругих газов занимает около 0,4 куб. см, так что газообразные и жидкие вещества обладают почти одним и тем же удельным весом (см. приложение);

4) получающиеся при взрыве одного грамма пороха при 0°Ц. и 760 мм давления газы занимают около 280 куб. см или около 280 об'емов пороха;

5) давление газообразных продуктов разложения при условии наполнения порохом всего пространства достигает около 6400 атмосфер;

6) давление газов изменяется вместе с плотностью заряжания¹⁾;

7) температура взрыва равняется приблизительно 2200°Ц.;

8) при разложении одного грамма пороха развивается приблизительно 705 калорий;

9) колебания состава продуктов разложения одного и того же пороха при различных плотностях заряжания и двух порохов одного состава и при одной плотности заряжания—до того различны, что невозможно и бесполезно стараться найти подходящую ко всем случаям формулу.

Особенно бросается в глаза большой процент содержания серы в остатке, доходящий при большой плотности заряжания до 5%.

Специальная часть.

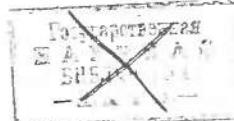
Изготовление черного пороха.

Измельчение сырых материалов.

Производство пороха в его отдельных стадиях представляет собой чисто механический процесс без всяких химических изменений. Он состоит, главным образом, в измельчении отдельных составных частей. Эта работа в течение долгих веков находилась в руках эмпириков, которые чисто опытным путем, без малейшей помощи науки в деле изучения природы пороха и явлений взрыва, нашли и применили единственные, по их мнению, верные средства, чтобы дать,

¹⁾ Отношение веса заряда к весу воды, могущей заполнить всю камору (или всю гильзу в-unitарном патроне).

Черный порох.



№ по по- рядку	Название по- роха	Плотность зарядки	Давление гравия в тс. на кн. дн.	Вес твер- дых про- дуктов	Вес газооб- разных про- дуктов	Вес газообразных продуктов.						Вес твердых продуктов								№№ по по- рядку				
						CO ₂	CO	N	H ₂ S	CH ₄	H	O	K ₄ CO ₃	K ₂ SO ₄	K ₂ S ₂ O ₃	K ₂ S	K CNS	KNO ₃	(KH ₄)CO ₃	S	C	K ₂ O	Об'єм га- зов по по- аналізу	
1	Гальков. порох	0,1	1,3	0,5612	0,4388	0,2577	0,0519	0,1151	0,0134	—	0,0007	—	0,3115	0,0843	0,1163	0,0416	0,0005	0,0027	0,0009	0,0034	Следы	—	281	1
2		0,2	2,9	0,5596	0,4104	0,2517	0,0573	0,1113	0,0184	—	0,0009	—	0,3216	0,0768	0,0208	0,1011	0,0013	—	0,0005	0,0385	—	—	285	2
3		0,3	4,9	0,5574	0,4126	0,2620	0,0550	0,1124	0,0125	—	0,0307	—	0,3312	0,0763	0,0241	0,0920	0,0012	0,0002	0,0007	0,0375	Следы	—	263	3
4		0,4	9,1	0,5698	0,4302	0,2650	0,0473	0,1095	0,0070	0,0006	0,0006	—	0,3146	0,0752	0,0802	0,553	0,0014	0,0005	0,0004	0,0345	0,0077	—	279	4
5		0,5	12,2	0,5517	0,4423	0,2770	0,0473	0,1139	0,0084	0,0012	0,0005	—	0,3098	0,0658	0,0335	0,1055	0,0013	0,0011	0,0004	0,0340	Следы	—	282	5
6		0,6	14,8	0,5638	0,4362	0,2687	0,0474	0,1097	0,0094	0,0011	0,0005	—	0,3245	0,0759	0,0561	0,0647	0,0019	0,0017	0,0003	0,0387	—	—	275	6
7		0,7	18,6	0,5735	0,4265	0,2630	0,0419	0,1075	0,0129	0,0007	0,0005	—	0,2819	0,0733	0,1845	0,0125	0,0026	0,0014	0,0003	0,0111	—	—	268	7
8		0,8	28,6	0,5700	0,4300	0,2717	0,0399	0,1094	0,0080	0,0006	0,0004	—	0,3354	0,6589	0,1179	—	0,0022	0,0018	0,0005	0,0307	—	—	269	8
9		0,9	31,4	0,5733	0,4267	0,2710	0,0362	0,1090	0,0086	0,0013	0,0005	—	0,3680	0,0523	0,0761	0,0220	0,0023	0,0025	0,0007	0,0484	—	—	266	9
10	Порох	0,1	1,6	0,3722	0,4278	0,2597	0,0303	0,1201	0,0166	0,0006	0,0005	—	0,3007	0,1171	0,1116	0,0230	0,0000	0,0072	0,0003	0,0041	0,0072	—	269	10
11		0,2	2,7	0,5723	0,4277	0,2504	0,0393	0,1202	0,0149	0,0001	0,0006	0,002	0,3128	0,1378	0,0829	0,0547	0,0003	0,0007	0,0004	0,0326	0,0001	—	272	11
12		0,3	6,4	0,5758	0,4242	0,2610	0,0390	0,1108	0,0127	—	0,0007	—	0,3017	0,1395	0,0740	0,0357	0,0003	0,0012	0,0002	0,0262	Следы	—	268	12
13		0,4	8,1	0,5790	0,4210	0,2624	0,0360	0,1137	0,0078	0,0005	0,0006	—	0,3519	0,1324	0,1393	0,0117	0,0009	0,0007	0,0002	0,0119	—	—	265	13
14		0,5	10,7	0,5804	0,4196	0,2522	0,0563	0,1022	0,0066	0,0016	0,0007	—	0,3523	0,0269	0,1470	0,0206	0,0017	0,0029	0,0006	0,0287	—	—	270	14
15		0,6	14,4	0,5695	0,4305	0,2677	0,0472	0,1077	0,0067	0,0007	0,0005	—	0,3635	0,0625	0,0369	0,0365	0,0015	—	0,0006	0,0480	Следы	—	267	15
16		0,7	19,5	0,5756	0,4244	0,2604	0,0416	0,1064	0,0115	0,0011	0,0004	—	0,3470	0,0606	0,0670	0,0221	0,0028	0,0024	0,0001	0,0332	—	0,173	268	16
17		0,8	24,4	0,5741	0,4259	0,2702	0,0405	0,1071	0,0063	0,0014	0,0004	—	0,3818	0,0506	0,0177	0,0519	0,0014	0,0010	0,0006	0,0691	Следы	—	268	17
18		0,9	35,6	0,5714	0,4280	0,2750	0,0356	0,1085	0,0077	0,0015	0,0008	—	0,5755	0,0487	0,0491	0,0413	0,0021	0,0013	0,0009	0,0527	—	—	18	
19		0,1	1,7	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	19		
20		0,2	3,7	0,5817	0,4183	0,2512	0,0416	0,1091	0,0154	0,0000	0,0010	—	0,3451	0,1409	0,0308	0,0298	0,0001	0,0005	0,0009	0,0333	Следы	—	267	20
21		0,3	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	21		
22		0,4	9,9	0,5824	0,4176	0,2678	0,0339	0,1071	0,0080	0,0000	0,0008	—	0,2615	0,1263	0,1066	0,0196	0,0004	0,0005	0,0002	0,0068	—	—	262	22
23		0,5	10,2	0,5811	0,4180	0,2650	0,0343	0,1096	0,0088	0,0005	0,0007	—	0,3255	0,1204	0,0780	0,0252	0,0004	0,0005	0,0003	0,0306	—	—	263	23
24		0,6	14,1	0,5800	0,4200	0,2689	0,0316	0,1096	0,0090	0,0003	0,0006	—	0,2429	0,1288	0,1851	—	0,0009	0,0010	0,0001	0,0026	Следы	0,0186	258	24
25		0,7	18,2	0,5805	0,4192	0,2718	0,0258	0,1117	0,0081	0,0009	0,0005	0,001	0,2499	0,1220	0,1863	—	0,0003	0,0010	0,0002	0,0027	Следы	0,0173	260	25
26		0,8	27,1	0,5850	0,4150	0,2637	0,0270	0,1131	0,0102	0,0008	0,0005	0,001	0,2553	0,1236	0,2025	—	0,0004	0,0013	0,0002	0,0005	—	—	259	26
27		0,9	27,2	0,5780	0,4220	0,2738	0,0252	0,1050	0,0017	0,0003	0,0005	—	0,2927	0,1061	0,1493	0,0154	0,0004	0,0013	0,0002	0,0112	—	—	254	27
28		0,7	18,9	0,5845	0,4152	0,2673	0,0257	0,1120	0,0063	0,0002	0,0006	—	0,3447	0,1279	0,0477	0,0247	0,0002	0,0004	0,0005	0,0389	Следы	—	259	28
29	Испан. Гальв.	0,7	17,0	0,6219	0,3781	0,2440	0,0134	0,1100	0,0097	—	0,0003	0,001	0,2155	0,2962	0,0473	0,0197	0,0003	0,0058	0,0002	0,0350	—	—	232	29

с одной стороны, лучший состав и, с другой—придать пороховой смеси форму, при которой заключенная в ней энергия могла бы полностью проявить свое действие.

Руководящей мыслью было то, что перед возможностью полным смешиванием отдельные составные части должны в достаточной степени измельчаться и затем во второй части фабрикации, помостью прессования, в достаточной степени соединиться и удержаться вместе, ибо чем теснее связаны между собой частицы, тем скорее распространяется воспламенение. Та же причина способствует химическому обмену всего состава и дает лучшую скорость распространения волны взрыва, а вместе с тем и скорость горения пороха¹⁾.

Скорость распространения зажигания по Бихелю, определяется временем нужным для реакции обмена, охватывающей поверхность, т.е. пока все частицы пороха не будут об'яты пламенем. Скорость горения дает или определяет интенсивность, с которой зерно пороха сгорает в единицу времени от наружных к внутренним слоям (в секундах); но это явление нельзя смешивать со скоростью детонации, определяющей время необходимое для полного превращения данного количества взрывчатого вещества в твердые и газообразные продукты горения.

Для возможно близкого достижения этих целей нужно, кроме соотношения составных частей и их количеств, как сырых материалов, иметь в виду следующие условия:

- 1) по возможности тонкое измельчение сырых материалов;
- 2) самое тщательное и тесное смешение их;
- 3) по возможности тесное соприкосновение отдельных частиц, что соответствует высокой плотности;
- 4) форма зерен;
- 5) сушка.

Соблюдение этих указаний, как направляющих, дает в общем картину почти всего хода производства. В производство входит еще полировка и обеспыливание порохового зерна²⁾:

В то время как первоначально измельчение составных частей происходило вместе, сперва в ступках, потом в толчаях, в XVIII столетии от этого способа отказались и перешли к измельчению каждой составной части отдельно, во-первых, потому, что при старом способе очень часто происходили взрывы, во-вторых, измельчение было очень неравномерным, отчего страдали хорошие качества пороха.

Ныне принятное повсеместно измельчение в барабанах (шаровых мельницах или мешательных бочках) было введено Коссины лишь в 1787 году, тогда как бегуны были в ходу уже в XVI веке.

Мы уже указывали выше, что для полного и равномерного сгорания пороха имеет громадное значение то условие, чтобы степень

¹⁾ А также и равномерность этого горения, давление газов и проч. связанных с ними явлений. Примеч. переводч.

²⁾ Что отчасти тоже можно отнести к требованию соблюдения известной формы зерна. Примеч. переводч.

измельчения каждого компонента соответствовала бы его способности гореть и, вследствие этого также указывалось, что нельзя переходить известную границу измельчения.

Общеизвестно, что круглое гладкое тело гораздо труднее загорается, чем тело с шероховатой поверхностью и неправильной формы. Этот закон действителен не только относительно горючих веществ вообще, но применим также и по отношению к пороху и его составным частям. Если размалывать селитру или серу до перехода их из кристаллического в состояния аморфные, то их способность к воспламенению от этого сильно страдает. Раньше всего это изменение наступает у натриевой, а затем у аммиачной селитры. Уголь переходит значительно труднее в аморфное состояние вследствие его волокнистого строения и упругости. Однако и при измельчении угля не следует увлекаться.

Время размола компонентов очень различно в зависимости от желаемого сорта пороха и от аппаратуры, величины барабанов, величины засыпки или заряда, веса шаров, числа оборотов. Точно также приходится сопоставлять время обработки с формой барабанов и даже с погодой, особенно при обработке гигроскопических веществ. Поэтому давать здесь цифры и указания для каждого отдельного случая мы не в состоянии и пороходелу лучше всего полагаться на опыт и наблюдение, которые являются в этих случаях лучшими советниками.

С е р а .

Для размола серы в Шпандау употребляются бочки из дуба, диаметром 2275 мм, обитые внутри кожей и имеющие внутри 24 ребра из белого бука. Ребра мешают скольжению и оползанию перемалываемого в бочке вещества в то время, как оно поднимается вместе с шаром и опять падает книзу. Таким образом измельчение происходит более посредством ударов, чем трения.

В описанной выше бочке 50 кгр серы подвергаются размолу с 100 кгр бронзовых шаров в течение 3 часов; число оборотов от 8 до 10 в минуту. Шары имеют диаметр в 13 мм. В настоящее время для ускорения операции предпочитают брать различной величины шарики.

Наполнение и опоражнивание совершаются через четырехугольный вырез в стенке цилиндра шириной 30 см во время работы закрываемый крышкой; при опоражнивании вместо крышки ставится сетка с широкими отверстиями, которая, процуская серу, не дает в тоже время выпадать шарам. Можно ускорить опоражнивание бочек путем двух подобных отверстий. Для предотвращения пыли бочки заключаются в футляр в форме ящика. Под бочкой ящик суживается в форму воронки и кончается холщевым рукавом, проводящим готовую серу в подставляемые бочки. С боку имеется подъемная дверца, через которую можно осматривать бочку.

Очень часто с бочкой соединяют отсепнительное приспособление, допускающее непрерывное действие бочки тем, что возможно па ходу засыпать свежую серу и удалять размолотую. При размоле серы в железных бочках она часто электризуется, результатом чего являются частые вспышки. Гитлер (в Рейхенштейне) устранил накопление электричества посредством заземления машин и с тех пор не имел ни одной вспышки. Если измельчать серу в виде двойной смеси с селитрой, что применяется на многих заводах, то накопления свободного электричества не образуется. Этот способ имеет еще то преимущество, что устраняет способность серы налипать на стенки бочек и сваливаться в куски, к чему сера особенно склонна, когда она немного нагреется. Поэтому число оборотов бочки не должно превышать десяти в минуту.

У г о л ь .

В Шпандау уголь размалывается в железных бочках, диаметром в 1 мтр и высотою 1,1 мтр. На 80 кгр угля полагается 115 кгр бронзовых шаров при 10 оборотах в минуту и работе в течение $1\frac{1}{2}$ часов. На других заводах дают на перемол 2 и даже 4 часа и вес шаров делают равным весу угля.

Точно также для размола угля, в особенности для минного пороха, употребляются мельницы „Эксцельзиор“ завода Грузонверк Крупина.

С е л и т р а .

Селитра имеется в продаже в виде столь-тонкого порошка, что предварительный размол, в особенности для минного пороха, не требуется. В случае нужды употребляются те же бочки, что для угля или серы.

Размол кончают, когда неизвестно нельзя найти крупные или острые кусочки; для лучших сортов селитру пропускают через частые волосяные сита. Во Франции пробовали ввести ветряные сепараторы; это дало очень мелкий материал, имевший, однако, склонность спекаться и образовывать твердые комки.

Очень часто мелют селитру вместе с серой (двойная смесь). Например, во Франции мелют 20 фн смеси с 150 фн бронзовых шаров в течение четырех часов; для охотничьего пороха даже в течение 12 часов. Но нам неизвестны баллистические качества полученного таким образом пороха.

В Шпандау мелют селитру вместе с серой в одинаковых количествах с одинаковым весом бронзовых шаров (100 кгр смеси при 100 кгр. шаров). Перемол совершился в течение двух часов при 8—10 оборотах в минуту.

В Австрии берут 75 кгр угля и серы в надлежащей пропорции с 150 кгр бронзовых шаров и мелют при 30 оборотах в минуту в течение 5—6 часов. То обстоятельство, что при навешивании сырых

материалов нужно обращать внимание на степень их влажности, не нуждается, конечно, ни в каких пояснениях.

Смешивание порохового состава.

После измельчения сырье материалы перемешиваются в мешательной бочке. Последняя делается из дерева и обшивается внутри кожей или состоит только из толстой кожи, укрепленной на деревянном остове. Для прикрепления кожи к дереву употребляются латунные гвозди; шарики делаются из баккаута. Обыкновенно мешательные бочки изготавливаются 1,5 мтр диаметром и около 70 см высотой. Перемешивание ведется в зависимости от сорта пороха от 1 до 3 часов при 12—14 оборотах в минуту; засыпка 100—150 кгр смеси и столько же шаров.

На заводах, где были, а может быть и до сих пор остались толчей, перемешивание в качестве отдельной операции не производилось, а происходило вместе с уплотнением в толчаях.

Уплотнение смеси.

Раньше такое происходило повсюду в толчаях. Ныне оно везде заменено бегунами и толчей если и встречаются, то только на очень маленьких заводах, да и то очень редко.

Толчей состоит из толстого (60—70-см) дубового или букового бревна, длиною от 3—4 мтр в зависимости от числа отверстий. В бревне имеются на расстоянии около 70 см друг от друга, считая между центрами, полушаровидные отверстия диаметром 40—50 см.

На дне укрепляется кусок твердого дерева или бронзы. В таком отверстии вертикально двигается пест, длиной 2—3 мтр и сечением 10 см²; на его конце насаживается бронзовая головка, иначе называемая сапогом или башмаком. Смотря по величине отверстия, для каждого в отдельности, приспособляется от одного до трех пестов, наносящих падением с высоты около 40 см до 60 ударов в минуту.

Смесь увлажняется до 15% водой и влажность держится до конца операции приблизительно на 9%.

Толчением кроме дальнейшего перемешивания достигается также сильное уплотнение состава; непрерывные удары вытесняют из последнего воздух и дают способную к прессованию массу.

Время толчения пороха, различного в разных странах, зависит от сорта пороха и, кроме того, от изменения силы водяного привода, так как раньше толчей приводились в движение почти исключительно водой и назывались поэтому пороховыми мельницами. В общем эта операция производилась около 14 часов, при чем достигалась максимальная плотность. При продолжении толчения порох терял свои баллистические свойства.

Как уже было сказано выше, этот способ изготовления пороха представляет собой лишь исторический интерес; во-первых, при нем очень часто случались взрывы, во-вторых, бегуны кроме того, что обладают всеми преимуществами, которые имеют толчей, дают несравненно более равномерный продукт обработки.

Дольше всего на казенных заводах толчей сохранялись во Франции, тогда как в Англии этот способ уже давно вытеснен бегунами. В Германии осталось только несколько маленьких заводов, удержавших этот способ из хозяйственных соображений. Старинное соображение, что качественно толчей стоят выше бегунов,—не выдерживает никакой критики.

Несмотря на то, что бегуны были применены при производстве пороха еще в средние века, всеобщее распространение они могли получить лишь не раньше, чем машинное дело настолько подвинулось вперед, что могло давать аппараты удовлетворяющие всем требованиям безопасности и производительности.

В то время как сначала тарелки или жернова, а иногда и то и другое делались из камня, позднее, начали делать тарелки из дерева, в избежание ведущего к воспламенению трения. Однако и тут, вследствие скопления пороха в неизбежных трещинах и местах соединений, очень часто происходило воспламенение пороховой пыли, вызванное работой трения жерновов и, сопряженные с ним, взрывы.

Кроме того бегуны изготавливались слишком легкими, так что нельзя было достигнуть той плотности, которую давали толчей.

Лучшие в смысле безопасности и производительности бегуны поставляет завод Крупца-Грузона в Магдебурге.

У этой машины, при чугунной тарелке, бегуны, весом каждый 5500 кгр, изготовлены из лучшего зеркального чугуна и устроены так что каждый из них приложенный к находящемуся в середине, стержню с буксами имеет полную независимость от другого. Очень острумно приспособленные плуги и скребки распределяют и подводят раздвигаемую бегунами пороховую массу и не дают образоваться коркам. Привод совершается сверху или снизу, центральная ось удлинена настолько, что все колеса и проч. находятся вне рабочего помещения, что очень повышает безопасность. Число оборотов посредством червячной передачи может быть изменено на медленное и нормальное.

Закладка в среднем равняется 75 кгр, а время обработки изменяется, смотря по сорту пороха. Смесь раскладывается по тарелке и увлажняется из лейки до 5%; это количество влажности удерживается во все время работы притяжением от времени до времени небольшого количества воды. При пуске в ход, а также и после того—нужно следить за тем, чтобы масса не была просто подвигаема вперед по тарелке, иначе может случиться, что часть состава будет зажата между плугом и бегунами и может, вследствие трения, нагреться до температуры воспламенения.

При 9 оборотах в минуту обрабатывают: минный порох 1½ часа, охотничий 4 часа и военные сорта от 2 до 3 часов. Перед выгребкой машину переводят на медленный ход, при чем в минуту делается всего три оборота¹⁾, вследствие чего состав спрессовывается в крепкую лепешку и получает уже довольно высокую плотность.

Все закладки, а также и время обработки на различных машинах различны и, конечно, еще более разнятся между собой в различных странах.

Например, в Англии наибольшая допускаемая загрузка достигает всего лишь 27,3 кгр и время обработки равняется для ружейного пороха 5 часам и для пушечного от 2 до 3 часов. В Швейцарии загрузка равна для охотничьего пороха 20 кгр при обработке в продолжение 1 часа и 40 минут; для ружейного пороха 40 кгр при той же продолжительности работы; для пушечного 50 кгр при ½-часовой обработке.

Выше мы упоминали, что слишком долгое нахождение под бегунами не только излишне, но и вредно. Бегуны не только уплотняют и перемешивают, а также и мелют. Если это слишком долго продолжается, то плотность уменьшается.

Прессование пороховой смеси.

Достигнутое под бегунами уплотнение не является достаточным для изготовления прочного зерненого пороха; для достижения этой цели нужно подвергать пороховую массу сильному и продолжительному давлению под прессом; а на уплотнение под бегунами или в толчехах надо смотреть, лишь как на предварительную операцию для достижения необходимой плотности, какой нельзя достигнуть помощью одного только прессования.

Для изготовления обыкновенных сортов минного пороха достаточно плотность, полученная под бегунами. Если эти сорта должны иметь форму цилиндров, то необходимую плотность они получают под цилиндрическим прессом.

Для изготовления других сортов лепешка, полученная под бегунами, раскалачивается или дробится в особых мастерских, или же выбирается в разбитом и несвязанном состоянии из-под бегунов.

Огюда массу доставляют в мастерскую для прессования, где ее укладывают на пластины для пресса. Здесь поступают следующим образом: на бронзовой пластинке или листе, размерами равными тарелке пресса, накладывается деревянная рама высотой в 5 см, которая внутри заполняется пороховой массой, последняя разравнивается и лишний порох удаляется; сверху накладывается другая бронзовая пластина или лист, рама поднимается, снова наполняется порохом,

¹⁾ Очевидная ошибка—на тихом ходу бегуны делают один оборот в три минуты, а не три в одну минуту. Примеч. перевода.

накрывается и т. д. до тех пор, пока образовавшийся столб будет иметь высину хода пресса.

Все сооружение возводится на прочной тележке, которая по окончании накладывания слоев подкатывается под пресс и тележка во время прессования поднимается. Германский фабричный надзор предписывает прокладывать порох сырьими полотнами, но это предписание нельзя считать совсем безопасным, ибо таким образом образуется гальванический столб и при его больших размерах могут накапливаться большие количества электричества, что ведет к взрывам.

Раньше вместо бровзовых листов употреблялись пластины из зонита, однако в этом случае тоже образовывался вольтов столб, что и привело в одном случае к сильному взрыву.

Во всяком случае во всех таких устройствах весьма целесообразно устраивать газемления.

На заводе в Кокельшайере, Аккерман, вместо сырых полотен, или бровзовых листов, применяет листы из промасленного картона на подобие употребляющихся в копировальных прессах.

Это применение нужно считать весьма целесообразным, ибо таким образом не образуется накопления свободного электричества.

Применяющиеся для этого пресса—гидравлические, с нижней площадкой, цилиндром и колоннами.

Продолжительность прессования равняется 30—40 минутам, при чем находящийся в середине порох приобретает действительную плотность около 1,7.

По направлению к краям плотность уменьшается и, примерно, 3 см по самому краю приходится лепешку за негодность обламывать и прессовать снова.

Давление достигает, примерно, 25 кир на 1 кв. см; при сухом порохе оно повышается. Если же пороховая пыль совсем лишена влажности, то ее и вообще очень трудно прессовать и она не держится даже при очень сильном давлении.

Гидравлическое прессование часто заменяется прессованием между вальцами, что вполне достаточно для минных сортов пороха, тогда как для лучших сортов необходимые качества могут быть достигнуты лишь гидравлическим прессом.

Зернильные и сортировочные мастерские.

После прессования порох направляется в зернильные мастерские. Сначала лепешка или плитка разбивалась деревянными молотками и осколки протирали через сита с соответствующими сортами пороха отверстиями о помощью доски из дерева твердой породы с ручкой; пыль и слишком большие зерна отсыпались и снова обрабатывались. Позднее, для упрощения производства сита начали укреплять на подвешенных помоюю шарниров к потолку штангах, и, помоюю кривошипа, приводят их в колебательное движение.

В сите клади куски свинца или выдолблевые и налитые свинцом доски для протирания. Мелкое зерно попадает на второе сите с меньшими отверстиями задерживающее зерно и пропускающее пыль в подставленный ящик. Пыль (около 40%) идет обратно под пресс, а остальное (около 60%) можно считать пригодным зерном.

Еще экономичнее и производительнее надо считать вальцевые зернильные машины. Помощью их пороховая плитка дробится между двумя бронзовыми вальцами с зубьями и подвижными подшипниками для того, чтобы в случае попадания посторонних твердых тел пропускать их и тем избегать воспламенения пороха и взрыва из-за трения.

Раздробленный порох падает на сите, приводимые к качательное движение для отсортирования слишком крупного и мелкого зерна. Лучше всего ставить несколько пар вальцов в порядке лестницы одну над другой и по мере понижения все более сближать их между собой; таким образом все крупное зерно перемалывается. Верхние вальцы делаются рифлеными или с зубцами; нижние—гладкими. Величину отверстий в сетках соразмеряют с сортами пороха. Для крупнозернистого пороха величину отверстий принимают в 9 мм, для ружейного—в 1,2 мм; сите могут выниматься, и в случае забивания пылью промываются в проточной воде.

В большом употреблении находится также машина Лефебвра.

Она состоит из соединенных в одну систему 5—12 наборов из сеток, расположенных в виде круга и прокрепленных медными стержнями к потолку на шарнирах или кольцах. Вся система приводится в круговоротное движение. Каждый набор состоит из трех сите, расположенных друг над другом. На верхнем сите бегает налитый свинцом кусок дерева, пропадающий крупное зерно. Слишком крупные куски, попавшие на второе сите, направляются помоюю центробежной силы на медный или латунный сковорок, находящийся и установленный в направлении, обратном движению системы. Этот сковорок, соединенный помоюю бокового отверстия с верхним ситом, доставляет крупное зерно опять наверх. Самое нижнее сите, пропускающее лишь пыль, соединено с кожаным рукавом, удаляющим пыль. Порох собирается через медные воронки, соединенные резиновыми рукавами с сиатами.

При центробежном движении возможно размельчение пыли на свои составные части; поэтому, без дальнейшей обработки, не рекомендуется брать ее для хороших сортов пороха; обыкновенно пыль берут для минных сортов или снова пускают на полчаса под бегуны. Не редко говорят, что порох зерненный этим способом не так легко воспламеняется, как приготовленный с помоюю вальцовой зернодробилки. Это объясняется тем, что при круговом движении зернодробилки пыль налипает на зерна и образует корку различного с самим зерном состава. Несмотря на то, что зерна получены

ные с помощью этой машины лучше округлены, они действительно хуже воспламеняются, как было сказано выше.

Если нужно получить красивое круглое зерно, как это часто требуется при охотничьем порохе, в Швейцарии сглаживают углы так: порох, помещенный в мешок, навернутый на круглое бревно, заставляют кататься по столу имеющему лучеобразные ребра толщиной в 3 см. Стержень, на котором вращается бревно, прикреплен к оси помещенной в центре стола и этих лучей. Ось приводится в движение помошью зубчатой передачи.

Гютлер установил на заводе в Рейхенштейне прибор для разделения круглых зерен от острых в виде слабо наклоненной плиты с прорезами. Плита приводится в слабое качательное движение, при чем круглые зерна скатываются и проваливаются через прорезы, угловатые же остаются неподвижно.

Округление и полировка.

Одновременно с окружением зерен по швейцарскому способу производится и полировка пороха. Полировка пороха не только придает его зернам красивый вид, но и увеличивает его стойкость и уменьшает распыливание. При перевозке неполированного пороха его зерна трутся друг о друга и образуют массу пыли, сильно понижающую баллистические качества пороха.

Во избежание этого с целью придания зернам гладкой поверхности, порох отшлифовывается в полировальных бочках.

Последние делаются, как и мешательные, из дерева или кожи, только без ребер или внутренних выступов. Зерна скользят и отшлифовываются друг об друга. Число оборотов на разных заводах очень различно точно так же, как и время полировки. Относительно содержания влажности предназначенного к полировке пороха взгляды тоже очень расходятся: в то время как на некоторых заводах перед полировкой порох подвергается предварительному высушиванию, на других заводах он поступает в бочки со своей нормальной влажностью; вследствие продолжительного трения порох в бочках нагревается приблизительно до 85°Ц. и теряет при этом свою влажность, которая в виде водяных паров улетучивается в устроенное около оси отверстие¹⁾.

При таком способе достигается большая плотность, чем при высушивании пороха после полировки, так как в последнем случае порох становится пористым и теряет свою крепость.

При горячей при сухой полировке трещины заполняются вследствие собственного давления²⁾ и порох не теряет своей плотности. Неизбежным злом при полировке пороха является сильное пони-

¹⁾ При полировке пороха на одном пороховом заводе я сам наблюдал температуру 108°Ц. Примеч. переведч.

²⁾ У автора „durch eigene Druck“.

жение способности воспламеняться, доходящее от 20 до 25%. Поэтому прибавление графита или даже талька для придания блеска ошибочно, так как воспламеняемость от этого понижается еще больше. С другой стороны, нужно принять во внимание то обстоятельство, что чем гладже поверхность зерен пороха, тем менее он притягивает сырость; кроме того уменьшаются пространства между отдельными зернами и, следовательно, увеличивается вес куб. единицы пороха.

Бочки делаются около 1,5 мтр в диаметре при высоте от 0,5 мтр до 0,6 мтр и наполняются 150 кгр пороха; при 16 оборотах в минуту ружейный порох полируется в течение 4 часов, охотничий около 12 часов и на некоторых заводах до 18 часов. Первые полчаса бочкам дают только половинную скорость, во избежание налипания сырой пороховой массы. На некоторых заводах предпочитают полировать порох при совершенно закрытых бочках и выпускать пары лишь к концу операции.

Ввиду того, что минный порох тоже нуждается в гладкой поверхности зерен для свободного насыпания в буровые скважины и для того, чтобы не застревать на их поверхности, его приходится полировать тоже от 3 до 4 часов.

Кроме зерненного, обширное применение находит также прессованный порох. Зерненный порох, как мы уже видели, прессуется один раз, прессованный же после дробления прессуется еще раз в форме цилиндров и уже в таком виде идет в дело. Раньше и пущечный порох прессовался таким образом (особенное значение приобрел бурый призматический порох), между тем как в настолько время из прессованных сортов изготавляются только минные пороха.

Диаметр цилиндров соответствует ширине буровых скважин и доходит от 30 мм до 50 мм.

В центре цилиндра проходит сквозной канал для вставления шнура или фитиля с диаметром около 8 мм. Преимущество таких „фасонных“ порохов заключается в их большой плотности заряжания и связанной с ней большой взрывной силой¹⁾.

Для изготовления этих сортов полученные из зернильной машины зерна сортируют через спирь от 4 мм до 8 мм отверстием и спрессовывают на особых цилиндрических прессах под большим давлением в цилиндры длиной до 40 мм и плотностью от 1,6 до 1,7.

Прессы снабжены обыкновенно 6, 8 или 10 штемпелями, смотря по величине и диаметру патронов, и могут в течение 24 часов отжать на одном аппарате от 1000 кгр до 2000 кгр пороха. Прессование происходит во время перехода шатунов через мертвую точку. Штемпель

¹⁾ Призматический с отверстием порох для артиллерийских орудий большого калибра обладает свойством более равномерного образования газов в начале горения, т.е. до распада его на более мелкие части. Примеч. переведч.

пеля, матрицы и иголки делаются из лучшей бронзы или стали и могут, без разборки всей машины, выниматься и заменяться новыми.

Сушка пороха.

В виду того, что при прессовании порох содержит около 5% влажности, ибо в противном случае лепешка не стала бы держаться, необходима сушка.

Высушивание как прессованного, так и зерненного пороха на многих заводах происходит в так называемых сушильных комнатах. Раньше было в большом ходу высушивание на солнце, однако этот способ едва ли где-нибудь сохранился, ибо порох сильно засорялся пылью и, кроме того, в нашем климате получается продукт с очень неравномерным содержанием влажности.

Что сначала сушильни отапливались обычными печами имеет для нас только исторический интерес; само собой разумеется, что при этой системе часто случались опасные последствия воспламенения.

В настоящее время источником теплоты для сушилен служит исключительно пар, получаемый из маленького котла, установленного вне помещения для сушки пороха. Если расположение позволяет провести пар без большой потери, лучше всего брать его из главного паропровода завода.

Во избежание трещин в порохе, нагревание приходится вести постепенно. С этой целью сушильни разделяют на ряд камер с различными температурами. Сперва порох попадает в предварительную камеру с температурой около 35°Ц. и остается там от 4 до 6 часов. В камере для полной сушки оставляют порох от 10 до 12 часов при температуре от 55°Ц. до 60°Ц. При слишком быстром высушивании и приведенных выше недостатках присоединяется выкристаллизование селитры на поверхности зерен, что делает их непригодными для употребления в качестве лучших сортов.

Паровые трубы в сушильнях проводятся по стенам или, что выгоднее, под полками для рам. В стенах, полу и крыше делаются отверстия, позволяющие воздуху медленно, но постоянно двигаться и обновляться. Полки представляют собой пустые деревянные подставки для рам, из которых каждая в состоянии принять от 6 до 8 рам, помещаемых друг над другом.

Рамы делаются 1 мтр длиной, $\frac{1}{2}$ мтр шириной и 6 см высотой. Дно делается из листовой меди или латуни или, что еще лучше, из натянутой парусины, лучше пропускающей лучи теплоты.

Процесс высушивания значительно ускоряется, если порох подвергать действию воздуха предварительно высушенного хлористым

кальцием или негашенной известью. Для этой цели служат различные конструкции, подробное описание которых можно найти у Гуттмана в его сочинении.

Обеспыливание.

После высушивания порох освобождают от пыли. Для этой цели им наполняют до половины мешок, завязывают и прикрепляют его спаружи мешательной бочки; само собой понятно, что за один раз к одной бочке можно прикрепить и несколько мешков. При поворачивании бочки пыль, вследствие центробежной силы, отделяется, проходит через поры мешка и порох таким образом чистится. При 16 оборотах в минуту на это требуется от $1\frac{1}{2}$, до 2 часов. Другой способ состоит в отсеивании через натянутые на деревянных рамках сита из волоса или шелка. Сита делаются $2\frac{1}{2}$ мтр длиной при 1 мтр диаметром и вмещают 150 кгр пороха. Отсеивание происходит в течение 4 часов при 45 оборотах в минуту.

Так как отпыливание и полировка сильно изменяют величину зерен, то после последней операции приходится еще раз делать сортировку. Для этого употребляются или конически суживающиеся сита, в которых в нижней широкой части отверстия делаются шире и наверху в узкой части меньше, пропускающие лишь мелкое зерно или же употребляются приспособления, описанные при зернении пороха. Устанавливаются друг над другом два сита: сверху с широкими, снизу с маленькими отверстиями, прикрепляются к подвешенным на шарнирах штангам и вся система приводится помощью эксцентрика в колебательное движение, при чем число толчков в минуту достигает девяноста.

Величина зерен равняется:

для мелкого охотниччьего пороха	0,3—0,5 мм.
" " ружейного "	0,76—1,6 "
" " пушечного "	0,7—1,3 "
" крупного "	C/73 4,0—10,0 "
" крупнозернистого "	C/86 4,0—18,0 "
" минного мелкого "	4,0—10,0 "
" " крупного "	4,0—16,0 "

Смешивание готового пороха.

Так как совершенно невозможно даже при самом тщательном производстве получать при разных суточных выработках продукт обладающий одиими и теми же баллистическими свойствами, то приходится для получения однообразных партий смешивать отдельные выработки. Для этого пользуются следующим устройством: в потолке помещения, где происходит перемешивание, устанавливается метал-

лическая воронка с нижним отверстием около 20 см и верхним около 60 см при длине 75 см; порох пропускают через эту воронку так, что на полу образуется конус, с вершины которого порохсыпается вниз по всем направлениям очень равномерно. Эта операция повторяется до получения желаемого однообразия. При этом можно получать партии больших размеров, очень равномерно составленные в зависимости от величины помещения, где происходит перемешивание. Что при этом приходится обращать внимание на самую большую опрятность, само собой понятно.

Минный порох, ввиду того, что ему не предъявляются столь высокие требования относительно однообразия, такому перемешиванию большей частью не подвергается; зато очень тщательно приходится перемешивать порох для военных поставок, запалов и т. д.

Для возможно равномерного состава пороха с одинаковыми баллистическими качествами, рекомендуется иметь запасы с хорошими и плохими баллистическими свойствами, чтобы подмешиванием можно было сглаживать разницу между различными выработками.

Хранение.

Готовый порох хранится в особых магазинах до отправки.

Минный порох сохраняется в пыленепроницаемых бочонках и в них отсыпается. Законом предписывается, чтобы пороховая укупорка была вполне плотной и при перевозке не теряла пороха.

Для сохранения пороха в течение долгого времени и предохранения от влажности, его насыпают в мешки из плотного холста и укладывают в бочки; в бочонок входит от 25 кгр до 50 кгр, но он заполняется так, чтобы сверху оставалось еще небольшое свободное пространство для того, чтобы порох мог двигаться при катании бочки, чем предупреждается склонение пороха при долговременном хранении в сыром помещении.

Военные сорта пороха большей частью сохраняются в металлической посуде—четырехугольной или цилиндрической; посуда делается из листового цинка или луженой меди (при чистой меди образуется сернистая медь); крышка или отверстие для наполнения делаются с латунной нарезкой и завинчиваются. Таким образом, порох вполне защищается от влияния атмосферной влажности.

Охотничий порох пакуется и отправляется в жестянках, емкостью в 2 кгр и меньше.

Прессованный порох (в цилиндрической форме) отправляется в деревянных ящиках, обитых внутри цинковой жестью и имеющих емкость 25—50 кгр.

При высушивании отсыревшего пороха меняются его баллистические свойства: с одной стороны, если порох получил трещины и стал

пористым, может повыситься его близантность; с другой стороны, если порох отсырел настолько, что наступило расщепление на его составные части, при высушивании сильно понижается его сила и способность воспламеняться; поэтому нельзя составить общих правил о том, что делать каждый раз с отсыревшим порохом.

Хорошо упакованный и уложенный в сухом месте порох можно хранить безграничное время.

При исследовании образцов пороха, про которые было с достоверностью известно, что они старше ста лет, не было найдено никаких изменений и порох был в состоянии годном к употреблению.

На острове Родосе в 1856 году произошел взрыв запасов пороха, который был еще старше и по всей вероятности относился к 1552 году, когда этот остров из рук ордена иоаннитов перешел к туркам. По преданию, бывший тогда на острове запас пороха внезапно исчез; какой-то предатель спрятал порох в подвале под одной из церквей и эта церковь в 1856 году от неизвестной причины взлетела на воздух; про спрятанный в таком своеобразном магазине порох никому не было известно и весьма возможно, что этот порох был именно того времени. Отсыревший порох все еще способен воспламеняться и лишь при содержании свыше 15% воды, его можно рассматривать, как негодный¹⁾.

Свойства пороха.

Хороший порох состоит из зерен, которые могут быть различной величины и неправильной формы, при чем величина зерен ограничена в обе стороны; вид зерен блестящий-черный до серо-черного с металлическим блеском. При раздавливании ногтем порох должен оказывать достаточное сопротивление, при трении об руку не оставлять следа и быть совершенно свободным от пыли; при зажигании должен сгорать или восплыхивать без остатка; если остается пятна или остатки плака, то это служит признаком того, что составные чаоти плохо перемешаны.

Содержание влажности в порохе не должно превышать 1%. Смотря по качеству угля и чистоте белитры порох обладает большей или меньшей гигроскопичностью и следствием этого является изменение его баллистических свойств при отсырении. Способность воспламеняться понижается, а вместе с нею понижается и начальная скорость и давление.

Кульгрен доказал влияние влажности на порох для наполнения снарядов или на трубочный; результаты его исследований, при коих 40 гр пороха, заключавшего 3200 зерен в 1 гр, сжигались в канале одной и той же длины. При этом были получены следующие зависимости времени горения от степени влажности:

¹⁾ И подлежащий уничтожению или переделке. Примеч. переводч.

Таблица опытов Кульгрена.
Зависимость времени горения пороха от его влажности.

№№ по порядку.	Порох влажностью	Порох влажностью	Порох влажностью						
	0,84%.	1,16%.	1,34%.						
	В	с	е	к	у	н	д	а	х.
1	13,04		13,26			13,38			
2	13,10		13,18			13,38			
3	13,06		13,32			13,32			
4	13,10		13,25			13,42			
5	13,02		—			—			
	Среднее 13,06		13,26			13,38			

Хотя наблюдаемая разница и равняется всего сотым долям секунды, все же для практики играет очень большую роль. При скорости снаряда, например, равной 400 мтр/сек при такой влажности, места разрывов отдельных трубок могут различаться до 100 мтр друг от друга. Если длина порошкового канала двойная, что иногда бывает, то в таком случае и разница во времени горения тоже увеличивается вдвое.

Кубический вес или гравиметрическая плотность.

Под кубическим весом или гравиметрической плотностью пороха подразумевают то весовое количество, которое помещается в определенном измеренном пространстве, например, в 1 лтр; другими словами, гравиметрическая плотность равнозначаща максимальной плотности заряжания. Эта величина зависит от действительной плотности пороха и внешней формы зерен его. Чем больше сумма свободных пространств между зернами пороха, тем меньше гравиметрическая плотность.

Вполне понятно, что мелкозернистый порох с неправильной формой зерен имеет меньшую гравиметрическую плотность, чем этот же порох, но крупнозернистый. Если заряд состоит из одного лишь куска прессованного пороха вполне занимающего пространство, то в таком случае числа выражющие гравиметрическую и действительную плотность заряжания равны между собой.

Гравиметрическая плотность измеряется точным взвешиванием массы пороха, заполняющей 1 лтр. Для этого дают пороху свободно ссыпаться из воронки в заранее взвешенный сосуд из меди или латуни, смыкостью ровно в 1 лтр; пороху позволяют ссыпаться до переполнения через край, и излишки осторожно удаляют линеекой, сосуд взвешивают — отношение веса пороха, заполняющего сосуд, к

весу воды в объеме того же сосуда и будут представлять собой гравиметрическую плотность данного сорта.

Гуттман приводит следующие значения для отдельных сортов порохов в различных странах.

Вес 1 лтр пороха в:

Германии: Ружейный порох 0,905—0,925 кгр
Пушечный " 0,915—0,935 "

Крупнозернистый 0,960—0,980 "

Франции: Для пушек, заряжающихся с дула, и порох для мушкетов 0,830—0,870 кгр
Пушечные сорта 0,900—0,920 "
Минные пороха 0,940—0,950 "
Порох для зажигательных шашек 0,825 "

Порох для экспорта 0,870—0,970 "

Охотничий порох не менее 0,860 "

Австрии: В пределах между 0,907—0,951 "

Швейцарии: Порох № 4 (ружейный) 0,955—0,975 "

" № 5 (для свинцовых снарядов) порох для гранат 0,980—1,000 кгр

Пушечный 0,960—0,970 "

Действительная и абсолютная плотности.

Спрессовывание пороха имеет целью удалить находящийся между частями воздух. Однако, эта цель достигается только частично, полностью же исполнить этого не удается. Если бы это было возможно, то порох совершенно не имел бы пор и его можно бы уплотнить до его абсолютного удельного веса.

То состояние плотности, в котором порох измеряется вместе с его порами, трещинами и вместе с заключенным в них воздухом, и представляет собой его действительную плотность. Это состояние, как уже упоминалось, имеет громадное влияние на баллистическое свойство пороха и, в зависимости от этого, определение действительной плотности пороха должно принадлежать к числу необходимых и постоянных исследований.

В то время как действительная плотность различных сортов пороха лежит между 1,62 и 1,68, его абсолютный удельный вес колеблется между 1,7 и 1,9.

Чем больше плотность пороха, тем менее он страдает от влажности воздуха, тем менее поддается распыливанию и тем лучше сохраняет свои баллистические свойства.

Способность пороха к воспламенению.

Черный порох воспламеняется от пламени или искры; маленькие количества сгорают быстро и без детонации, большие массы взрывают. Прессованный порох трудней воспламеняется, чем непрессованный, сырой, само собой, хуже, чем сухой. О влиянии оказываемом малыми количествами влажности на качество и скорость горения пороха было показано выше.

Кроме действия огня порох может быть приведен к воспламенению и детонации помощью нагревания, трения или удара. Температура вспышки в зависимости от содержания серы колеблется между 270° Ц. и 300° Ц. Если нагревание вести медленно, то можно из пороха без его воспламенения выгнать всю серу.

По исследованиям Мунке, Герцера, Бланки, Абеля и Гирена в безвоздушном пространстве порох не взрывается, а лишь медленно горит; с другой стороны, Шроттер в указанных условиях с помощью спиртовой горелки без отказа заставлял порох взрываться. При нагревании в атмосфере водорода порох не загорается совсем, в азоте—с трудом, в углекислоте—довольно легко.

При испытании на удар с копра найдено, что падение тяжести в 10 кгр с высоты 45 см взрывает порох без отказа; ниже 35 см взрыва не происходит; однако, при нагретом порохе—он детонирует и при этой высоте; загрязнение пороха песком сильно понижает чувствительность к удару и, в особенности, к трению.

В виду этого как при изготовлении, так и при употреблении пороха нужно очень следить за его чистотой и отсутствием посторонних тел. Чем тверже ударяющиеся или трущиеся друг об друга части, тем легче происходит взрыв. Самой большой чувствительностью порох обладает по отношению к комбинации железа и железа, затем следует латунь и железо, медь, латунь и мрамор, даже свинец и свинец и дерево; меньшей чувствительностью при комбинации меди на медь, меди к бровзне, бронзы на дерево.

Точно также можно воспламенить порох при трении его между деревом и деревом, в чем нет ничего удивительного, если вспомнить, что трением можно заставить и само дерево загореться.

Кронквист произвел ряд опытов для выяснения отношения пороха к открытому пламени и пришел к следующим выводам.

Он прикреплял зернышко пороха к концу маятника и заставил его проходить через соответственно длинное спиртовое пламя; при этом он нашел, что для воспламенения при нагревании этим способом требуется: для сильно спрессованного пороха от 6 до 9 секунд, пушечный порох от 3 до 4,5 секунд и охотничий от 2 до 4 секунд. Если присовокупить к этим опытам данные о влажности и составе пороха, а также о времени качания маятника, то можно было бы привести к очень интересным данным.

Неравномерность горения может быть вызвана хранением в сыром помещении, а также, по свидетельству Ариона, еще легче разнообразием запрессовки пороховой начинки. В случае сильного прессования шнуря порох в нем тоже сильно уплотняется и, соответственно с этим, быстрее горит, при чем разница в скоростях горения может доходить до 300%.

В виду этого лучше всего применять порох в очень мелком зернении, ибо в таком случае последующее давление или смятие шнуря оказывает мало влияния на скорость его горения. Детонирующие шнуря употребляются для приведения в действие морских или сухопутных мин вместо электрических запалов. В этих случаях вместо серного пороха берется гремучая ртуть или какое-нибудь другое бризантное взрывчатое вещество и приводится в действие помощью капсюля.

Трубочный порох.

Первоначально трубочный порох представлял собой медленно горящий состав служивший для запаливания в определенное время начинки гранат. Он применялся таким образом, что имеющиеся в головной части снаряда каналы наполнялись сильно спрессованным порохом и получили, смотря по назначению, определенную длину. При этом сорте пороха, более чем при каком-либо другом, нужно следить за тщательным измельчением и выбором материала. Малейшие отклонения в способности воспламеняться и в скорости горения, как уже было выше сказано, влекут за собой весьма важные последствия. Разница в скорости горения в сотых долях секунды на погонный метр может служить причиной разрыва одной гранаты на 100 мтр ближе другой.

Так же, как и при изготовлении зажигательных шнуров, приходится обращать внимание не столько на состав пороха, сколько на его тщательное изготовление, ибо легче изготовить смесь с определенною скоростью горения, чем удержать равномерность этого горения.

Долечек предлагает следующее. Прежде всего он установил, что в австро-венгерской артиллерии упоминаются Симановичем в 1672 году и Ягите в 1682 г. следующие медленно-горящие составы:

1. 3 части муки
2 " селитры
1 " серы.
2. 4 " муки
2 " селитры
1 " серы.
3. 6 " муки
 $3\frac{1}{2}$ " селитры
 $2\frac{1}{2}$ " серы.

Лишь в 1869 году были предложены два новых горючих состава:

- 1 состав: 75% селитры, 19,75% угля, 5,25% серы,
2 " 73,5% " 22,25% " 4,25% "

Столбик длиной в 10 см горел в первом случае 22 секунды, во втором 30 секунд. Скорость горения уменьшалась прибавлением кирпичной пыли.

Так как мякоть в смысле равномерности горения оставляла желать очень многого, позднее стали переходить к зерненому пороху.

Пороха различных составов показали следующие скорости горения и разности в скоростях:

Состав пороха.			Плотность пороха.	Было достигнуто:	
Селитра.	Сера.	Уголь.		Время горения 10 см.	Отклон. в скорости горения
Проценты.			В секундах		
59	37	4	1,845	33,82	0,76
75	19	6	1,877	30,11	1,11
73	22	5	1,828	29,63	1,48
76	17	7	1,836	29,00	1,27
77	15,5	7,5	1,854	28,29	1,17
67	27	6	1,825	26,52	0,58

Долечек считает, что нужно достичнуть время горения в 40 секунд и на основании приводимой выше таблицы утверждает, что изменением состава и в особенности соотношения между углем и серой этого нельзя достигнуть.

Он изучает дальше влияние различных задерживающих причин, как-то: графита, замены калиевой селитры бариевой, талька, кирпичной пыли, вазелина, сахара, различных алкоголов и т. д.

В конце концов он достиг цели, отбросив все примеси и перейдя к пробковому углю. Несмотря на то, что у него не было способа и средств для равномерного обжигания пробы и полученный продукт состоял из смеси обожженного наверно пробкового угля и необожженной пробы со всеми промежуточными стадиями, все же даже этот несовершенный продукт дал лучшие результаты. С применением этого угля при составе 75% селитры, 10% серы и 15% угля был изготовлен трубочный порох лучшего качества под маркой ЛГ 93а. За исключением наиболее обожженного угля, давшего большие отклонения в скорости горения, были достигнуты следующие разности и продолжительности горения.

В Австрии употребляется диорексин Венцеля, Панцера, азотин, изобретенный Берлесом, и голаксилин, найденный Фельзайеном.

Диорексин состоит из 42,78% калиевой селитры, 23,16% натриевой селитры, 13,40% серы, 7,49% древесного угля, 10,97% опилок, 1,65% пикриновой кислоты и 0,55% влажности.

Азотин представляет собой минный порох из чилийской селитры, в котором уголь заменен твердыми нефтяными остатками; голаксилин представляет собой бессерную смесь состава: 75% селитры, 15% древесной муки, 8,33% древесного угля и 1,66% красной кровяной соли.

Другие сорта носят названия колинина, петралита, янита, амидожена и многие другие.

Колинит состоит из: 64—75 частей селитры, 10—12 частей серы, 4—8 частей сажи, 10—17 частей дубильной кислоты и 1—5 частей железного купороса.

Янит состоит из: 70% селитры; 12% серы; 18% лигнитового угля; 0,4% пикриновой кислоты; 0,4% хлористого калия; 0,3% кальцинированной соды;

Амидожен Гемпера содержит: 73 части селитры, 10 частей серы, 8 частей древесного угля, 8 частей крахмала, 1 часть сернокислого магния.

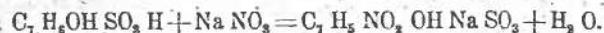
В Англии очень большое употребление имеет состав, имеющий сходство с черным порохом и имеющий название боббинит; состав его: 68% калиевой селитры, 14—18% древесного угля, 2—3% серы, 10—15% медного купороса; селитра измельчается для этого состава очень грубо, так что встречаются куски, величиной до 4 мм.; состав прессуется в цилиндры и имеет наибольшее употребление в угольных копях в качестве безопасного подрывного вещества.

В то время, как описанные выше составы представляют собой ослабленные типы минного пороха, Фогтом был в 1910 году взят патент на вещество сильнее черного пороха, но не дороже его. Для этой цели он берет смеси солей нитрованных сульфокислот — в особенности смеси мононитрофеноловой и мононитрокреозоловой сульфокислот с нитратами, лучше всего с чилийской селитрой.

Эти составы детонируют так же, как и черный порох, от искры, на открытом воздухе горят медленно, в особенности в прессованном виде, в скважинах, закрытых пробкой, развивают силу значительно большую, чем черный порох, но без близантного действия, развивающегося другими нитросоединениями.

Для фабрикации поступают так: 1 кгр креоволовой сульфокислоты растворяют совсем в 1200 гр воды, прибавляют при постоянном помешивании 450 гр чилийской селитры, при чем следят чтобы температура не очень высоко поднималась; в случае нужды охлаждают простым приливанием холодной воды. Жидкость сперва окраши-

вается в бурый, затем в красный цвет при образовании мононитро-креозолсернокислого натрия по уравнению:



Как только вся селитра приведена в реакцию окончена, добавляют еще 2,7 кгр нитрата, основательно перемешивают и полученную густую массу сушат.

Нитросоль соединяется с двумя молекулами воды, которая улетучивается при 105° Ц. До тех пор, пока имеется кристаллизационная вода, масса имеет тестообразный вид и легко позволяет себе спрессовать, так что веществу можно придать удобную к употреблению форму без сортирования, зернения и т. д.

Очень большим преимуществом этого взрывчатого вещества является то, что его можно довести до плотности 1,8 и выше без понижения его способности к воспламенению.

Вследствие содержания кристаллизационной воды соли пригодны также для изготовления безопасных взрывчатых веществ.

Все упомянутые суррогаты пороха имеют значение лишь в качестве взрывчатых веществ, а не как метательные средства.

Например, натриевая селитра совершенно непригодна для этого вследствие своей гигроскопичности.

Точно также замена угля другими соединениями углерода до сих пор не дала нам нового средства для метания снарядов, хотя соли совсем или частью нитрованных фенолов или креозолов и кажутся вполне подходящими.

Весьма возможно, что эти опыты дали бы в конце концов положительные результаты, если бы все улучшения не были бы далеко оставлены позади применением порохов из нитроклетчатки.

То же самое относится к опытам, которые преследовали цель замены калиевой селитры аммиачной. Эти стремления казались особенно целесообразными для фабрикации призматического пороха для орудий, но опыты были безуспешны вследствие того, что гигроскопичность этой селитры слишком отражалась на стойкости пороха.

Если можно было бы побороть это препятствие, то аммиачная селитра, без сомнения, даже теперь, несмотря на соперничество бездымного пороха, могла бы служить в качестве метательного средства для больших орудий. Аммиачный порох в противоположность бездымному не развивал бы такую массу тепла и оказывал бы меньше вреда стенкам орудий, так как последние скоро разрушаются от горячих газов цироксилиновых порохов.

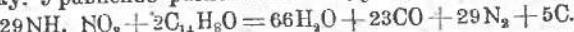
Иосиф Майер находит, что баллистические качества аммиачного пороха не уступают таковым же нитроклетчатки; точно также он видит преимущество этого пороха в том, что балистит гораздо скорее деформирует стеки орудий, да и стоит он вдвое больше, чем аммиач-

ный порох. Майер держится того мнения, что главный недостаток аммиачного пороха заключается не в его гигроскопичности, а скорей в том, что он сильно высыхает в теплых магазинах, например, на судах, где температура поднимается до 70° Ц. Если выдерживать свежий аммиачный порох с малым содержанием влаги, то он претерпевает при высыхании большие изменения в объеме в сторону его увеличения, что влечет за собой увеличение бризантности пороха. Ввиду этого обстоятельства в 1896 году австрийское правительство предпочло аммиачному пороху балистит. Майер думает, что этому можно легко помочь прессованием в сухом виде и вторичной сушкой перед вылеживанием в магазинах.

Влияние гигроскопичности устраивается применением соответствующей упаковки и с 1890 года не было нареканий на заряды из вещества с аммиачной селитрой. Другие недостатки являющиеся при сравнении аммиачных порохов с другими типами могут, без сомнения, быть устранены соответствующими изменениями в конструкции орудий. Петер Рум в своих заметках по морскому делу в 1900 году приходит к одинаковому с Майером результату.

В прилагаемой (см. стр. 46) таблице им приводятся для пороха и взрывчатых веществ физические и баллистические значения и величины по сравнению с нитроглицериновыми порохами.

Состав берется равным 80—90% аммиачной селитры и 10—20% древесного угля, получаемого действием серной кислоты на дерево или пробку. Уравнение разложения следующее:



Образование дыма сине-серое до черного, жидкое облако его малозаметное, при чем дым очень скоро рассеивается.

Остатка почти не имеется. Газообразные продукты взрыва нейтральны и не показывают никаких, достойных внимания, окислов азота. Появление огня у дула меньше, чем у нитропорохов. Стойкость при сухом порохе и короткой упаковке можно считать вполне надежной. Температура сгорания ниже, чем у нитропорохов и баллистические качества, при подходящей конструкции орудий, приближаются к качествам балистита. Для воспламенения аммиачного пороха требуется запал из обыкновенного черного пороха. Будучи зажжен он сгорает медленно и нечувствителен к ударам, толчкам и трению.

Уже в 80-х годах были произведены Хеблером опыты замены калиевой селитры частью или полностью аммиачной; однако, результаты были менее удовлетворительны и благоприятны вследствие большого влияния гигроскопичности и невозможности ее удаления; кроме того сгорание тоже было не полным.

Последнее обстоятельство можно объяснить слишком сильным прессованием и слабым возбуждением горения ¹⁾.

¹⁾ Initierung. Примеч. ред.

Гарнье в Гамбурге взял патент на порох под названием амидного следующего состава: 40—45% калиевой селитры, 35—38% аммиачной селитры, 14—22% древесного угля.

При взрывании этого пороха, амид калия, в качестве промежуточного продукта, повышает действие.

Баллистические свойства этого пороха таковы, что их можно во всяком случае назвать удовлетворительными; лишь в силу своих гигроскопических свойств он не мог выдержать соревнование с новейшими нитропорохами.

Смеси калиевой селитры с солями пикриновой кислоты тоже не могут конкурировать с нитропорохами в качестве матательного средства. Уже в 1861 году во Франции был изготовлен Дессиньолем пробный порох, однако, без большого успеха; точно также позднейшие опыты, произведенные Брюйером в 1886 году, несмотря на удовлетворительные баллистические свойства, не имели большого значения.

Главными препятствиями распространения служат очень большая чувствительность к толчкам и трению и, малая химическая стойкость.

Физическое и баллистическое качество порохов.

Взрывчатое вещество.	Вычесл. теплота от взр. 1 кгр.	Колич. газов от взрыва 1 кгр.	Давлен. газов при плот. зар. = 1.	Темпера-тура восплыши-еи.	Вычесл. темпер. при взрыве.	Действи-тельная плот-ность
	в кал.	в лтр.	в сан.	в гр. Ц.	в гр. Ц.	
Нитроглицерин . . .	1450	1135	23000	160—200	3150	1,6
Нитроглицерин. порох . . .	около 1050	около 1000	—	170—180	2700	1,65
35% нитроглицерина:						
50% интролегчатки						
3—5% вазелина						
8—10% бар. селитры . . .						
Пероксидин с 13% . . .	около 1000	900	15000	183—186	270	—
Желатиниров. порох . . .	900	—	—	168—176	2400	—
Колладей с 13% золота . . .	650	—	—	186—190	1930	—
Черный порох	700	около 300	6500	—	2100	1,5—1,9
Аммиачная селитра . . .	430	—	—	—	2100	—
Аммиачный порох:						
680	965	—	—	1720	—	1,52
83% аммиачн. селитр.						
15% угля	—	—	—	—	—	—
Пикриновая кислота . . .	810	—	—	выше 225	2450	—
Гремучая ртуть	410	—	6600	160—165	3500	—

Род орудия.	Вес снаряда в кгр.	Вес заряд. пороха.		Начальн. скорость		Максим. давление.	
		Нитро-глициериновый порох.	Аммиачный порох.	Нитро-глициериновый порох.	Аммиачный порох.	Нитро-глициериновый порох.	Аммиачный порох.
47 мм. 44 калиб.	1,53	0,365	0,46—0,56	710	700—800	2300	2300—2900
15 см. G L. 40 . . .	45,5	8,3	8,8	690	680	2300	2450
24 см. g.L.35K.86 . . .	215	44,5	48	640	640	2350	2600

Расположение и устройство пороховых заводов.

В прежнее время располагали пороховые заводы или пороховые мельницы в горных долинах или по соседству с рекой для пользования водяной силой при приведении в ход машин. В настоящее время этот взгляд оставлен, во-первых, из-за того, что для приведения в ход современного завода водяная сила была бы недостаточна, а, во-вторых, расположение местностей в стороне от путей сообщения неблагоприятно для постройки этих заводов; при отсутствии железной дороги или судоходной реки транспорт материалов стоит слишком дорого.

Но в виду того, что возможность взрывов никогда не может быть вполне исключена в подобных производствах и это обстоятельство служит препятствием для близкого соседства пороховых заводов с населенными местами и дорогами, то установлены особенно строгие правила, служащие для безопасности при постройках пороховых заводов и производстве взрывчатых веществ.

При расположении порохового завода первым долгом нужно исследовать обстоятельства и условия транспорта сырых материалов и готовых продуктов. Взрывчатые вещества, идущие в отправку при более тяжелых условиях, как, например, минный порох, динамит и все те вещества, которые входят в III группу железнодорожных правил об отправках (германских) нужно фабриковать по возможности ближе к местам потребления и вблизи от путей водных и железнодорожных.

Расстояние заводов от ближайших населенных мест определяют местные условия и согласие властей. Для ограничения взрывов и пожаров, а также и для того, чтобы по возможности меньше страдало окружное население при несчастных случаях, все операции производятся отдельно и каждая в особой мастерской. Эти мастерские должны лежать на известном расстоянии друг от друга, которое может быть доведено до минимума, лишь в случае отделения мастерских природными возвышениями или возведения искусственных валов. Самые мастерские, во избежание разбросывания опасных кусков,

осколков или горящих частей, должны строиться из материала исключающего эту опасность.

Насколько это достижимо, судить трудно, ибо мнения специалистов по этому вопросу до сих пор сильно расходятся.

Этот важный вопрос пробовали решить таким образом, что постройки возводили из возможно легкого материала, который в случае взрыва опрокидывался или рассыпался в пыль; однако, практического разрешения, таким образом, этот вопрос не получил, в особенности же при возведении крыш.

Другой способ возведения состоит в том, что три стены делаются настолько толстыми и крепкими, что могут противостоять любому взрыву, в то время как четвертая стена делается из стеклянных рам, которые во время взрыва выбрасываются и тем самым освобождают остальные части постройки от давления. Этот способ безусловно представлял бы собою решение указанного вопроса, если бы взрывались лишь небольшие количества взрывчатых веществ. Но на пороховых заводах, где, смотря по обстоятельствам, могут в одной мастерской находиться от 100 кгр до 300 кгр пороха, эта конструкция недостаточна для того, чтобы защищать здания от разрушения и не угрожать соседним мастерским разбрасыванием обломков. Деревянные части крыши разлетаются на расстояние до 50 мтр и более, а толстые (до 1 мтр) кирпичные стены расшатываются до того, что необходимы очень дорогие ремонты.

Если невозможно уменьшить находящиеся в фабрикации количества пороха, то никогда не будет возможно исключить и хозяйственный ущерб, наносимый порчей зданий. С другой стороны, возможны конструкции, при которых можно избежать разбрасывания частей крыши, если, например, соорудить последнюю возможно тяжелее и отдельные части по возможности скрепить в одно целое. Если такую крышу, не прикрепляя, наложить сверху на стены, то в случае взрыва она будет, как простая крышка, поднята и отброшена в сторону.

Черепичная крыша не допускается ни в коем случае даже для зданий, в которых порох не изготавливается, например, для машинных и для котельных; одним сотрясением почвы черепица сбрасывается и, таким образом, может увеличить сферу влияния взрыва.

Бихель предлагает совершенно своеобразный род построек тем, что он рекомендует казематоподобные, лежащие под поверхностью земли, мастерские, которые должны быть целиком сооружены из песчаного бетона. Он обещает, во-первых, что в случае взрыва образуется очень малое количество летящих обломков (слабая стопора должна защищаться очень высоким валом). Во-вторых, при лежащем так глубоко гнезде взрыва, последний должен на разрушение массивной постройки употребить такое количество энергии, что для соседних помещений останется очень малое давление газов. В-третьих, расположенные под землей простиранства, более чем при других спо-

собах защищаются от ударов молнией, так как предписанные законом сетчатые громоотводы очень дороги и не всегда достигают своей цели. В-четвертых, пожар помещений менее вероятен, так как из дерева будут изготовлены лишь рамы и двери и, кроме того, не угрожают во время взрыва летающие осколки.

Бихель замечает, что освещение и вентиляция будут стоить больших денег так же, как и нужные ремонты будут представлять много препятствий.

Гуттман рекомендует тоже способ очень массивных построек и лишь крыши советует делать из легкого материала на легких деревянных стропилах; крыша делается из полосового металла, проволочных решеток и т. п. Стены он предлагае возводить из железобетона.

Для испытания подобного сооружения были покрыты два стропила полосовым металлом 3 мм толщиной и высотой 5 мм и отверстиями 20:50 мм и на это сооружение сбросили с водонапорной башни высотой 21 мтр свинцовый груз, тяжестью в 36 кгр. Стропила выдержали удар целиком, а полосового металла лопнуло лишь одно звено. Метко вместо этого предлагает проволочные решетки, которые дают меньше обломков и обладают той же прочностью.

Этот тип крыши безусловно защищает здание от влияния летающих кусков и обломков; но так как в случае внутреннего взрыва тоже образуются летающие обломки и даже горящие, то вопрос об идеальной конструкции крыш для пороховых мастерских этим еще не решается.

Для остекления окон и покрытия слабой стороны лучше всего подходило бы стекло с проволочной сеткой внутри.

Очень большую роль в обеспечении безопасности производства в пороховых мастерских и мастерских, где вообще отлагается известное количество взрывчатой пыли, играет конструкция полов. При деревянных полах неизбежно накопление пыли и слетков пороха в трещинах и стыках досок, а после мытья и под полом собирается персидское количество пороха. Такие скопления переносят местное воспламенение или взрыв по всей мастерской, почему для таких мастерских требуется цельный и легко обмываемый пол. Во избежание трения, производимого подошвами сапог, пол покрывается полотником и ступать по нему разрешается лишь в войлочных или деревянных кеньях и ни в коем случае не в сапогах, подбитых железными гвоздями.

Следующий источник опасностей, очень часто встречающийся за которым очень трудно следить, представляет собой попадание в смесь посторонних предметов. В особенности приходится опасаться присутствия песка, камешков, железных гвоздей или винтов и т. п. посторонних тел, могущих при трении или измельчении давать искры, или, возрастающим нагреванием, приводить к взрыву.

Материалы подозрительные в этом отношении должны быть тщательно просеяны или, что еще лучше, совсем забракованы.

Для защиты мастерских от попадания в них песка или пыли лучше всего перед входом посыпать опилки.

Кроме того, первым условием является опрятность содержания мастерских и инструментов, при чем в этом отношении всегда лучше перестараться, чем упустить что-либо из вида.

Точно также, ввиду того, что деревянные мостки, соединяющие мастерские, в случае пожара могут переносить огонь наподобие зажигательного шнуря, нужно очень следить за тем, чтобы на них не накапливалось пороховой пыли.

Об образовании и накоплении, вследствие трения серы, на машинах и в порохе статического электричества, было упомянуто выше. Но во всяком случае при растирании серы с селитрой электричество сейчас же рассеивается. Что касается растирания серы с углем, по крайней мере автору этого сочинения¹⁾, появление электрических явлений неизвестны.

Во всяком случае, при известных условиях, накопление электричества не исключается, как, например, при грозе или продолжительных теплых ветрах. В последнем случае очень незначительна проводимость воздуха и собирающиеся на поверхности машин электроны не могут излучаться, а при накоплении их неизбежно разряжение.

Автор присутствовал при двух взрывах на заводе чёрного пороха, для которых нельзя было найти мало-мальски подходящие объяснения, но которые оба случались в особенности сухие дни, которым предшествовал резкий и сухой восточный ветер, дувший в течение нескольких дней.

Поэтому очень рекомендуется заземление всех пороховых машин и аппаратов и, по Гуттману, это имеет место почти на всех пороховых заводах.

Кроме указанных механических и электрических причин к взрыву могут привести и химические влияния. Так, например, на заводе в Шпандау на бегунах образовалась в высшей степени чувствительная основная азотокислая закись олова в местах, где был оловянный прибой, что послужило причиной целого ряда взрывов совершенно непонятных. Только исследования шарлоттенбургского проф. Рудольфа Вебера были в состоянии выяснить прошедшее и предотвратить дальнейшие несчастные случаи.

В последнее время Вильль сделал эту реакцию объектом обширных исследований и подтвердил взгляд Вебера, что присутствие в пороховой смеси ингредиента закиси олова в высокой степени повышает чувствительность пороха; но, вместе с тем, опасность образования указанного соединения при применении в устройстве пороховых машин предметов, содержащих олово он считает почти исключенной.

Рабочие помещения, в которых образуются большие количества пыли, например: помещения где стоят зернильные и сортировочные машины, полезно спаивать приспособлениями для ее удаления, как это имеет место в Шпандау.

¹⁾ Во всяком случае при обработке пороха электричество иногда образуется, особенно при прессовании в под бегунами. Примеч. переводч.

Приводим описание очень интересного и поучительного опыта сжигания пороха в связи с влиянием его на строения.

В прошлом году на одном из заводов, изготавливающих взрывчатые вещества, в упаковочной возник пожар, уничтоживший целый ряд упаковочных камер. При этом выяснилось, что весьма возможно распространение пожара через крыши; хотя в общем последние остались неповрежденными, однако в некоторых местах были найдены отверстия, величиной в кулак, так что казалось возможным, что через эти отверстия выпадали горячие искры или части, а также и куски пороха. В камерах находился только прессованный чёрный порох, а именно открыто разложенный на покрытых холстом рамках и столах и частью уже заключенных в патроны. Происшедший пожар послужил поводом при восстановлении, постройки к попытке сделать другой род крыши. Одним известным специалистом в последнее время очень рекомендовалось покрытие зданий железобетоном; особенно он обращал внимание на преимущество крыши из бетона с промежуточным слоем из крупного песка. Присутствовавшие власти и промышленный надзор рекомендовали перекрытие упаковочных отделений вышеуказанным способом; в то же время специалисты находили, что у мастерских для взрывчатых веществ всегда должно быть по возможности легкое покрытие. Так как применение железобетона к постройке мастерских для взрывчатых веществ и к их перекрытию в действительности имеет очень большие недостатки, то среди управлений пороховых заводов этот способ нашел очень мало приверженцев, тогда как среди предложивших властей этот вопрос возбудил большой интерес. В описываемом случае крыша была сделана из двойного бетона с промежуточным слоем песка; знатоки утверждали, что если, при нахождении вообще в камерах незначительного количества пороха, крыша выдержит и не даст распространения пожара и взрыва при внезапном воспламенении от 100—150 кгр пороха, то во всяком случае цель достигнута. Через крышу проходила световая шахта, открытая снизу и покрытая сверху проволочным стеклом.

Производство подобного опытаказалось самым целесообразным, что и было сделано в ноябре 1909 года в упаковочной мастерской, предоставленной для этого управлением одного из заводов. При этом опыте присутствовали кроме местного надзора и занимающихся производством лиц еще многие специалисты по взрывчатым веществам. Масса постройки и ее крыши видна из приложенных чертежей. При первом опыте было сожжено 25 кгр чёрного пороха. Порох был рассыпан на двух столах, установленных на стойках; один из них был сделан из обыкновенного дерева, другой покрыт огнеупорной краской. Передняя стенка упаковочной камеры, которая вообще делается преимущественно из стеклянных рам, в день производства опыта состояла из сколоченной гвоздями досчатой стены, состоящей из двух

одинаковых половин. Эта мера была принята лишь во избежание лишних расходов на довольно дорогие стеклянные рамы и двери. По мнению всех присутствовавших, сопротивление оказываемое досчатой стеной приблизительно равнялось таковому от стеклянной. Зажигание пороха происходило посредством электричества; взрывом после этого досчатая стена была отброшена на 2–3 мтр и лежала на земле; следов обгорания на ней почти не было найдено; доски, на которых лежал порох, были обуглены, но своего положения не изменили; порох выгорел совершенно, и холст, на котором он был разложен, тоже совершенно уничтожен. Козлы из обыкновенного дерева некрашенные обуглились снаружи; козлы покрытые краской покернели и то только в немногих местах.

При втором опыте таким же образом были разложены и воспламенены 50 кгр пороха. При этом случае стена тоже была лишь немного дальше отброшена и чуть-чуть покернела от огня.

При третьем опыте взяли 75 кгр пороха; последний разложили по 25 кгр на двух столах, поставленных друг над другом. Остальные 25 кгр были в патронах уложены, как для отправки, в ящик и стояли в углу на коалах. Кроме того был поставлен покрытый огнеупорной краской стол и на стене повешены несколько старых пороходельных костюмов. Зажжен был порох на нижнем столе. При этом опыте стена опять была только отброшена (правда немного дальше) и на ней были только следы огня. Некоторые доски были оторваны от поперечин. Стоявшие в упаковочной стол и одно из козел были опрокинуты, но другие козлы, на которых стоял ящик, не были сдвинуты с места. Одежда сгорела почти совсем. Крыша и при этом опыте не пострадала; даже стекла остались целы.

Для четвертого опыта в камере поместили 100 кгр пороха. Далее, снаружи, около соседних камер на землю были положены куски пороха. В то время как при первых опытах досчатая стена только прислонялась к поперечине, на этот раз ее прибили вверху и внизу несколькими большими гвоздями. После взрыва стена была отброшена значительно дальше и повисла на дереве. Полки, на которых былложен порох, были переброшены друг через друга; некрашенные горели, покрытые же огнеупорной краской лишь тлели. Настоящего пожара не случилось, так как пожарная команда завода не дала огню распространиться. Бетонный потолок не пострадал совершенно и на нем не было никаких изменений, за исключением копоти от огня. Верхнее световое окно было слегка приподнято и стекло во многих местах потрескалось, но все осколки былидержаны проволокой.

Этими опытами было установлено, что бетонный потолок или крыши имеют большую ценность везде там, где нужно предупредить перенесение пламени из одного помещения в другое; но это только при условии

предусматривающим, что находящиеся количества взрывчатого вещества и самые вещества будут таковы, что взрыва в полном смысле этого слова не будет. Кроме того, оказалось весьма полезно удлинять промежуточные стены не на 1 мтр, как это требует предписание закона, но еще на 2 мтр. Это удлинение можно делать тоньше самой стены, ибо оно предназначается лишь для предупреждения перескакивания огня, а не для сопротивления силе взрыва. Поэтому толщина в один кирпич вполне достаточна. Кроме того оказалось целесообразным на дорожках перед упаковочными мастерскими не делать деревянных мостков. На мостках всегда, даже при самой большой опрятности, находится известное количество пороховой пыли, и даже если их всегда держать в сыром состоянии и поливать водой, то в случае пожара дерево так быстро сохнет, что мостки могут служить средством переноса огня из одного помещения в другое. В указанном ряде опытов вместо мостков были насыпаны опилки; при этом способе указанная выше опасность переноса огня отпадает и нужно только от времени до времени подновлять опилки и не давать им плотно слеживаться. Далее, стекло с заключенной в нем проволочной сеткой показало себя с наилучшей стороны; оно не только оказалось более крепким при первых опытах, но и в том случае, когда окно испорпалось, это стекло не дало осколков. Этими опытами выяснилось, что огнеупорная краска деревянных частей и предметов, без сомнения, играет большую роль при защите от переноса огня. Опыт дал вывод, что при наложении производство в камерах не должно накапливаться более 100 кгр пороха; но присутствовавшие были убеждены, что разрушения не было бы и при едином опыте со 150 кгр и более, ибо нужно принять во внимание вредное влияние повторности сотрясений, так как всего было сделано не один, а четыре опыта.

Вальдман делает следующие предложения для устройства помещений, где обрабатываются взрывающиеся вещества.

1. Форма здания должна быть длинной. Если материал сгорает наподобие взрыва то в куче он сгорает много скорее и с большим пламенем, чем тогда, когда он рассыпан тонким слоем.

2. Заводские здания строить надлежит только в один этаж; подвалы способствуют лишь накоплению огнеопасных материалов. Если верхний этаж существует, то он должен быть соединен с землей удобной наружной лестницей. Между лестницей и зданием должна быть, перпендикулярная к фасаду последнего, горизонтальная площадка; лестница должна быть защищена с обеих сторон стенами из проволочного стекла не менее 2 мтр высотой для защиты от языков огня.

3. Мастерские должны быть очень высоки с тем, чтобы огонь, по возможности, долго не мог найти выхода через окна и двери на

вальный воздух. Устройства мастерской должно быть соображено так, чтобы в случае пожара огонь не мог настигнуть убегающих рабочих и охватить их.

Автор предлагает следующую конструкцию.

Рабочее помещение делается высотой 5 мтр; на высоте 3,5 мтр расположены окна открывающиеся в одно время с расположенным внизу дверями; закрыть окна можно лишь с помощью особой рукоятки; перед каждой дверью рекомендуется устроить закрывающейся второй дверью тамбур длиной не менее 4 мтр. Двери делаются двусторончатые и самозакрывающиеся. В то же время, когда бегущий от огня человек открывает дверь, окно открывается тоже и, оставаясь все время открытых, открывает путь пламени—выше бегущих через дверь людей. Само собой разумеется, что окна и двери должны открываться лишь наружу.

Другой вариант. У каждой двери полагается свой тамбур.

Выход пламени открывается перегоражющим особым приспособлением, например, из целлулоида или пироксилина; таким образом можно направить огонь в любое место, например, в направлении противоположном двери; наклон крыши должен быть таков, чтобы облегчить ход пламени. Дверей по возможности должно быть больше; с одной или с двух сторон здания, дабы рабочие могли скоро спастись. Если же рабочим приходится в случае нужды бежать через окна, то последние должны открываться от простого толчка и иметь превышение нижнего края от пола не более 50 см при высоте окна не меньше 2 мтр. Допустима конструкция, при которой окна открываются одновременно с вторым рядом окон расположенным над первым. Для вентиляции во время работ должны быть специальные слуховые окна, они устраиваются по возможности выше.

4. Разделение рабочего пространства. Выполнить требование предоставить отдельное помещение каждому рабочему очень трудно и даже невозможно и поэтому в некоторых помещениях находятся обыкновенно несколько рабочих. Поэтому нужно разделить между собой отдельных рабочих или их группы стеклами из проволочного стекла приблизительно в 2 мтр выщаной. Максимальное число рабочих и количество взрывчатых веществ и обрабатываемых материалов, допускаемое в данном помещении, должно быть строго установлено.

5. В стенах должны быть проделаны бойницы для тушения огня закрывающиеся стеклом. Пожарный, пробивший такое стекло, будет находиться ближе к очагу огня, чем открывший дверцу и в то же время он будет защищен стеной.

6. В рабочих помещениях должны находиться автоматические приспособления для тушения пожара. Австрийское военное управление в течение довольно продолжительного времени занято приспинанием наилучшей конструкции тушильника для помещения, где производится отвешивание пороха. С помощью следующего, вкратце описанного, приспособления были потушены 100 кгр пороха (бездымного) в

течение нескольких секунд, при чем большая часть его не успела сгореть. От резервуара с водой спускалась трубка, диаметром 15 см, и оканчивалась мембраной над упомянутым количеством пороха. Мембрана разбивалась во всю ширину трубки маленьким капсюлем сейчас же за воспламенением пороха, ибо быстрогорящий шнур, проведенный над последним, сейчас же приводил капсюль в действие. Опытами было доказано, что, при достаточном количестве воды, можно загасить даже рассыпанный малодымный порох.

Для достаточно быстрого приведения в действие такого приспособления, нужно чтобы скорость горения соединительного зажигательного шнура была не меньше скорости горения тех веществ, которые приходится тушить. Оборудование можно считать полным лишь в том случае, если такие приспособления будут устроены над всеми местами, где бывают более или менее большие количества легко горючего материала.

7. Приспособления для отсасывания. Приспособления, собирающие легко горючие пылеобразные вещества в одно месцо, могут служить распространителями огня, ибо по ним, как по путям, пламя распространяется во все концы. Поэтому нельзя проводить цельную систему труб по заводу, а следует устанавливать отсасывание пыли отдельно для каждого прибора или группы приборов.

8. Соединение между двумя мастерскими тоже может служить способом переноса пламени из одной мастерской в другую; если такое соединение необходимо для транспорта чувствительных к огню материалов, то середине нужно делать не меньше двух самозакрывающихся дверей, при чем между последними должны быть с каждой стороны выходы на двор.

9. Для хранения взрывающихся при горении предметов и материалов устраиваются магазины с определенным радиусом безопасности. Эти магазины нужно окружать валом выше самого помещения, дабы он мог направить вверх языки пламени, выбивающиеся со сторон. Упаковочные единицы должны быть, по возможности, малы.

10. Отопление должно производиться паром или горячей водой; трубы и грееки, по возможности, покрываются деревянными ящиками.

11. По возможности, должно избегать искусственного освещения. Если такое неизбежно, то лучше всего употреблять лампы накаливания и, кроме того, защищать их от разбивания сеткой из толстой проволоки; провода должны быть хорошо изолированы и могут быть параллельными друг к другу лишь перед самым соединением с лампой. Пере克莱ивание не допускается ни в коем случае. Поперечные провода обвиваются бумагой и сверху последней надевается латунная трубка. Запасные лампы должны быть электрическими лампочками накаливания с самостоятельными хорошо изолированными проводами, заложенными в безопасные от огня канавки.

12. Каждое фабричное сооружение должно быть снабжено удовлетворительными предохранителями от молний—громоотводами; последние

действуют тем лучше, чем больше имеется отводящих путей для атмосферного электричества. Поэтому нужно проводить целую систему проводов, идущих от громоотвода вокруг всего здания, состоящих в соединении с почвенной водой. Для безопасности нужно от времени до времени проверять действие громоотводов. Если обрабатываются вещества, которые могут загореться от падения молний, то в таких помещениях во время грозы нужно прекращать работу.

13. Резервуары с водой должны быть достаточной величины и установлены на такой высоте, чтобы во время пожара давление хватало для тушения в самом отдаленном и возвышенном пункте завода. Водопроводные трубы должны быть достаточно заполнены от замерзания и во всех местах разветвлений легко доступны для исправления и ремонта.

14. На заводе должны производиться учения по общему и частичному тушению пожаров.

15. Лица, работающие на указанных заводах, снабжаются одеждой из несгораемого материала и должны быть инструктированы как относительно вещества, с которым они имеют дело, так и относительно поведения во время пожара. Все приспособления для защиты рабочих от времени до времени проверять практически.

Громоотводы на заводах взрывчатых веществ нуждаются в постоянном наблюдении и улучшении, ибо, несмотря на постоянную проверку их годности, они часто дают отказы при их современном устройстве.

В ноябре 1906 г. в Пруссии были изданы министерские правила для устройства громоотводов на заводах пороховых и взрывчатых веществ. По этим правилам ставят громоотводы у самых опасных зданий, в особенности у окруженных валами. Над крышами на расстоянии не менее 2 мтр., натягивать сетку с отверстиями не особенно большого размера. Эта сетка должна со всех сторон иметь очень тщательные соединения с землей. Под этой сеткой лежит вторая на крыше или несколько сантиметров над последней и имеет свое особое соединение с землей. Внутри здания металлические части не соединяют с землей, но и не слишком изолируют, а устанавливают так, как этого требует пол.

Входящие в здание трубопроводы и прочие проводящие электричество сооружения следует у входа в здание изолировать (на расстоянии 1 мтр от входа в здание) и здесь же присоединять к внутренним устройствам посредством резиновых частей, фарфоровых труб и пр., которые могут быть сняты во время грозы.

Ринкель в Кельне исследовал на опыте эти предписания и пришел к выводу, что они нецелильны. Он рекомендует следующее:

1. Лучше и необходимее всего устанавливать на валах кругом мастерских высокие штанги для притягивания молний. Если хотят штанги соединить защитительной сеткой, то эта последняя должна

быть очень прочной, с малыми отверстиями и по возможности высоко расположена над зданием во избежание боковых разрядов. Ввиду того, что это устройство практически не осуществимо, по крайней мере в степени необходимой для получения желаемых результатов, то лучше всего делать громоотводы без сети. Лучше, кажется, устанавливать сетку вертикально, соединяя штанги одну с другой.

Этот способ в случае попадания молний много способствует понижению потенциалов и препятствует отскакиванию боковых разрядов. Чем больше масса металла—подобные металлические заборы находятся снаружи здания,—тем безопаснее можно увеличивать массу металла внутри, хотя, конечно, лучше не переступать нужной границы.

2. Внутри мастерской соединяют проводниками все металлические массы так, чтобы образовать металлическое кольцевое соединение; соединение делают кратчайшим путем. Это соединение на верхнем и нижнем концах по возможности тщательно соединяют с землей; это заземление может уступать заземлению громоотвода. Если будет все-таки боковой разряд в мастерскую, то он без вреда отводится в землю, что и было раз в практике, когда молния прошла через промывной чан для нитроглицерина без всяких последствий—этот чан был очень хорошо соединен с землей.

Чтобы еще дальше уменьшить опасность попадания молний в внутренность зданий, на крыше последних устанавливают короткую и толстую штангу и хорошо соединяют с землей.

К тем же выводам пришел фон дер Гаген на основании очень интересных и поучительных опытов.

Его предупреждения сводятся к следующим правилам:

1) во всех, содержащих нитроглицерин, зданиях по возможности избегать употребления металлов;

2) все металлические проводники следует проводить к зданию по возможности под землей и никоим образом их не прерывать;

3) защитительные сетки употреблять нельзя;

4) кругом каждого здания ставить на валах по возможности высокие громоотводы; на самом высоком месте крыши устанавливается короткий громоотвод;

5) все металлические части здания соединяются в кольцо и заземляются;

6) тщательное измерение сопротивления проводов—заменить подробным осмотром соединений.

Здесь нужно упомянуть еще о том, что свободное электричество может образоваться и при трении о металлы некоторых жидкостей, например—эфира, бензина и других.

Пожары по этой причине не так редки; при этом за неимением других причин приходится считать их происшедшими от разрядной искры. Где происходят подобные операции необходимо также заземление металлических сосудов.