

ВИКИПЕДИЯ

Динамит

Материал из Википедии — свободной энциклопедии

Динами́т (от др.-греч. δύναμις «сила») — бризантная взрывчатая смесь на основе нитроглицерина с поглотителем и другими добавками^[1]. Нитроглицерин в чистом виде очень опасен и неудобен для применения. Поэтому для широкого использования этой мощной взрывчатки были найдены твёрдые абсорбенты, пропитка которых нитроглицерином делала его относительно безопасным для хранения и использования. Помимо абсорбента, динамит может содержать и другие вещества. Вся масса обычно спрессовывается в цилиндрическую форму и помещается в бумажную или пластиковую упаковку-патрон. Подрыв заряда осуществляется с помощью капсюля-детонатора.

Динамит был запатентован Альфредом Нобелем 25 ноября 1867 года^[2] и до середины XX века использовался как основное взрывчатое вещество в горном деле, уступив затем своё место более безопасным и менее дорогим составам.

Содержание

История

Открытие нитроглицерина

Изобретение динамита

Распространение динамитов

Изобретение и распространение желатин-динамитов

Антигризутные предохранительные динамиты

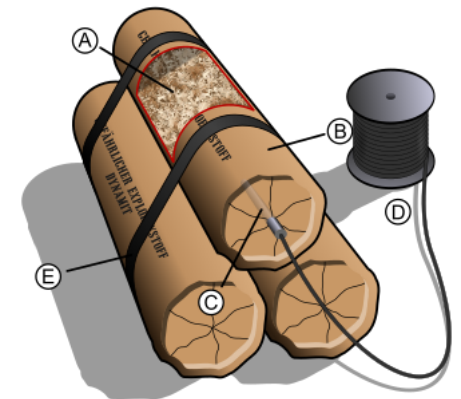
Бездымные пороха и военное применение динамита

Преступное применение динамитов

Расцвет использования динамитов

Закат динамитов

Роль динамитов в истории техники, их достоинства и недостатки



A — опилки или иной абсорбционный материал, пропитанный нитроглицерином;
B — защитная оболочка;
C — капсюль-детонатор;
D — кабель, связанный с подрывным капсюлем;
E — крепёжная лента

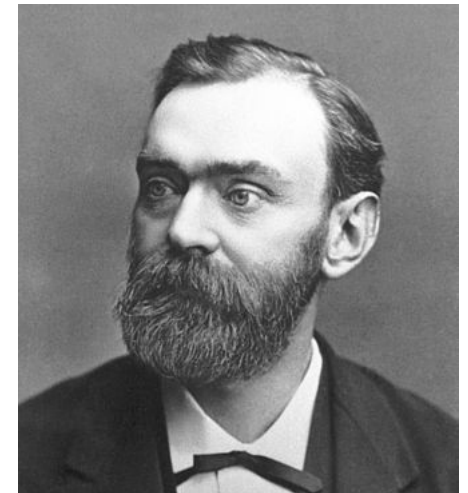
Виды и производство динамитовОбщий обзорИсторические разновидности динамитов и их свойстваСовременные динамитыПроизводство динамитов**Примечания****Литература****Ссылки**

История

Открытие нитроглицерина

Нитроглицерин открыл в 1846 году итальянский химик Асканио Собrero, опубликовав своё открытие в следующем году. Вещество оказалось сильной взрывчаткой, но очень опасной в обращении. Для его производства было построено несколько заводов, в том числе в России. Русский химик Николай Зинин и его помощник Василий Петрушевский исследовали нитроглицерин и искали безопасные способы его применения. Их учеником был молодой Альфред Нобель^[3].

Начиная с 1859 года, Альфред Нобель, его отец и младший брат ставили в Швеции эксперименты над взрывчатым жидким нитроглицерином, пытаясь найти оптимальные способы его производства и применения в промышленности. В 1863 году они нашли, в частности, что детонацию нитроглицерина можно вызвать подрывом гремучей ртути, что упростило его практическое применение^[4] и привело к изобретению Нобелем усовершенствованного капсюля-детонатора, использующегося и поныне, — эта разработка некоторыми авторами оценивается даже выше изобретения динамита^[5]. Альфред Нобель также изобрёл способ промышленного непрерывного получения нитроглицерина в инжекторе, смешивающем глицерин и азотную кислоту^[6].



Альфред Нобель, около 1883

Изобретение динамита

По широко распространённой легенде, начало изобретению динамита было положено случайным открытием в 1866 году: бутылки, в которых нитроглицерин был предназначен к перевозке, были уложены в кремнистую землю (кизельгур), причём одна из бутылей дала течь, часть нитроглицерина вытекла и была поглощена кремнистой землёй. Нобель якобы обратил внимание на то, что получившийся смоченный нитроглицерином кизельгур не выделяет жидкости даже при сильном давлении, а при подрыве капсюлем гремучей ртути взрывается с силой, только немного уступающей чистому нитроглицерину в количестве, поглощённом кремнистой землёй^{[7][8]}.

На самом деле Нобель, с целью упростить применение нитроглицерина, приступил к широкомасштабным исследованиям впитывающих нитроглицерин материалов в 1864 году, испытав последовательно бумагу, порох, опилки, вату, уголь, гипс, кирпичную пыль и другие материалы. К концу года было обнаружено, что наилучшие результаты даёт кизельгур, на котором Нобель и остановился. Весь 1865 год ушёл на оттачивание состава и метода производства взрывчатки, а в 1866 году динамит был представлен публике. Сам Нобель опровергал легенду^[9]:

Я безусловно никогда не замечал ни одной случайной утечки нитроглицерина в кизельгуровую упаковку в таком количестве, чтобы образовать пластичный или хотя бы влажный материал, и идея такой случайности изобретена, должно быть, теми, кто принимает предположения за действительность. Что в самом деле привлекло мое внимание к использованию инфузорной земли для динамита, так это её чрезмерная легкость в сухом виде, что свидетельствует, разумеется, о её большой пористости. Следовательно, динамит появился не в результате случайности, а потому, что я с самого начала видел недостатки жидкой взрывчатки и искал способы им противодействовать.

— ^[7]

Эта разработка Нобеля оказалась чрезвычайно важной: она давала возможность полностью отказаться от употребления нитроглицерина в жидком виде. Впитанное порошкообразными поглотителями, это взрывчатое вещество стало намного безопаснее в обращении^[8]. Изобретение было сразу оценено современниками: уже в 1868 году Альфред Нобель и его отец были награждены Золотой медалью Шведской академии наук «За заслуги в использовании нитроглицерина как взрывчатого вещества»^[10].

Вещества-поглотители, пропитанные нитроглицерином, были названы «динамитами», и в 1867 году А. Нобель взял патент на приготовление так называемого «кизельгур-динамита», или, иначе, «гур-динамита», содержащего от 30 до 70 % нитроглицерина^{[11][12][13]}.

Распространение динамитов



Динамит производства фабрики Нобеля

В 1867 году А. Нобель предложил динамит для снаряжения артиллерийских снарядов, но специальная комиссия, назначенная для испытания этого предложения, пришла к выводу, что для этой цели динамит не пригоден, так как не обеспечивает в достаточной степени безопасности^[13].

В 1868 году полковник Петрушевский предложил свой порошкообразный магниезиальный динамит, состоявший из 75 % нитроглицерина и 25 % углекислой магнезии в качестве поглотителя (так называемый «русский динамит Петрушевского»). В том же году в Кронштадте было приготовлено 18 пудов такого динамита, давшего при испытании хорошие результаты^[13]. Этот динамит одно время использовался в США под названием Magnesia powder^[16].

В частной промышленности Нобель ввёл динамиты в 1869 году, и уже в 1871 году в России они применялись при добывании цинковых руд и каменного угля^[13].

Если в 1867 году единственная фабрика Нобеля по производству динамита выпустила его всего 11 тонн, то через семь лет более полутора десятков заводов Нобеля производили уже тысячи тонн динамита в год, преимущественно для нужд горной промышленности^[15]. При внедрении динамита в практику часто возникали курьёзы, так как серия известных взрывов нитроглицерина в начале—середине 1860-х годов привела к тому, что некоторые страны запретили производство и перевозку нитроглицериносодержащих материалов. В таких странах динамит часто отправляли на рудники под видом фарфора или стекла^[17], а в Великобритании, где такой запрет действовал с 1869 по 1893 годы, Нобелю пришлось его обходить, выстроив крупный динамитный завод в Глазго — под шотландской юрисдикцией, и доставляя динамит не по железным дорогам, а гужевым транспортом^[18].

Во время франко-прусской кампании в 1870—1871 годах немцами для снаряжения подводных мин использовался дуалин, состоявший из 50 % нитроглицерина, 30 % нитрованной древесины и 20 % калиевой селитры, а в качестве подрывных патронов немецкие инженерные войска употребляли так называемый литофрактор — особый вид динамита, заключающий 52—70 % нитроглицерина, 30—25 % кизельгура, а также небольшое количество каменного угля, селитры и серы^[13].

Успехи немцев в применении динамита при подрыве крепостей и мостов стимулировали французов к началу его использования, чему до этого противилось государственное Управление порохов и селитр, имевшее монополию на производство взрывчатых веществ во Франции^[15]. В результате в ту же войну динамиты были приняты на вооружение и во французских войсках, и в 1870—1871 годах во Франции были выстроены две государственные и одна частная динамитные фабрики^[13], затем, впрочем, вновь закрытые до 1875 года^[15]. В 1871 году динамиты появились и в австрийских инженерных войсках^[13].

Расширение производства сопровождалось взрывами на фабриках: так, в 1870 году в Германии их произошло 6, 14 января 1871 года при взрыве в Праге погибло 10 человек, а 8 апреля 1872 года взорвался динамитный завод в Альт-Бероу (Силезия)^[14].

Производство динамита^[14].

Год	Объём производства, т
1867	11 ^[15]
1868	20
1869	156
1870	370
1871	848
1872	1570
1873	4100
1874	6240
1875	8000

В 1875—1879 годы в России производились опыты с «целлюлозе-динамитом» австрийского химика И. Трауцля. Опыты велись в Усть-Ижоре и Варшаве. Динамит этот включал 70 % нитроглицерина и поглотитель, состоявший из 29,5 % древесно-бумажной массы и 0,5 % соды^[13].

В 1876 году российская кавалерия и инженерные войска были снабжены патронами из «целлюлозе-динамита». Кавалерийские патроны были заключены в цилиндрическую картонную гильзу, покрытую лаком снаружи и выложенную свинцовой бумагой внутри. Этот сорт динамита был на вооружении в войну в 1877—1878 годах и широко использовался для разрушения железных и разработки горных дорог на европейском театре военных действий, а также для снаряжения подводных мин, поставленных в Чёрном море и на Дунае. После окончания войны около 90 пудов этого динамита было использовано при ликвидации крепости Видин. При отправке динамита обратно в Россию 212 пудов его остатков взорвались на станции Фратешти по неизвестной причине^[13].

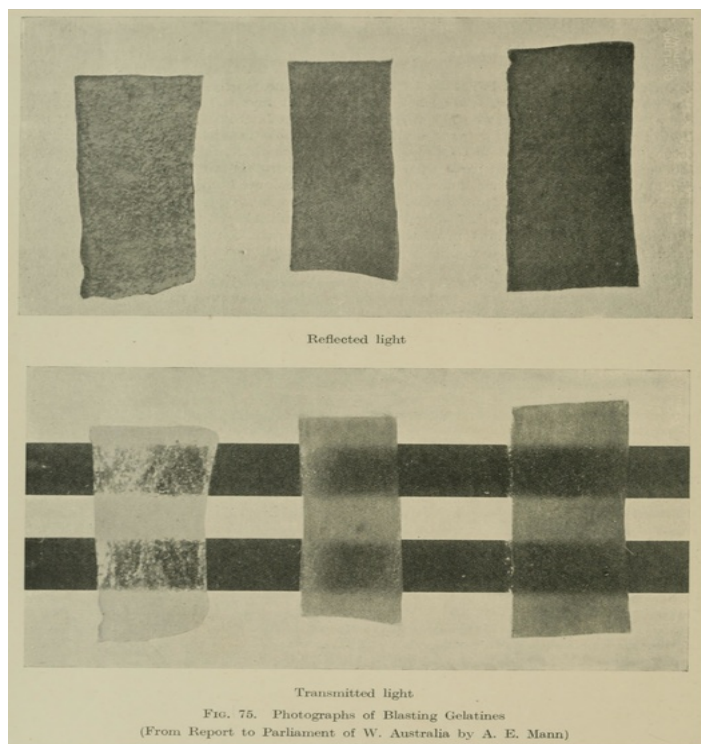
Изобретение и распространение желатин-динамитов

В 1875 году А. Нобель в попытках улучшить динамит вновь вернулся к опытам с пироксилином как поглотителем, и, порезав палец, обратил внимание на то, что использовавшийся для закрытия ран близкий родственник пироксилина — коллодий, образует желатинообразные смеси со многими органическими растворителями^[19]. Нобель бросился в лабораторию и, написав на всякий случай предварительно завещание, за ночь получил первый образец гремучего студня — смеси нитроглицерина с коллодием^[19]. Так был открыт способ желатинизации нитроглицерина и изобретены желатинированные динамиты^[13].

Производиться промышленно желатин-динамиты стали в Англии с 1878 года, а в континентальной Европе с 1880^[20]. Вначале эти динамиты не получили широкого распространения, так как их первые образцы со временем эксудировали нитроглицерин («пропотевали» им) и поэтому не были достаточно безопасными, но эта проблема была решена в Англии в 1887 году, и с тех пор гремучие студни и желатинированные динамиты получили широкое распространение в горном деле^[20], значительно расширив возможные объёмы взрывных работ^[21]. Так, применение этих динамитов при строительстве 15-километрового Большого Сен-Готардского туннеля, проходившегося в твёрдом граните, позволило закончить туннель на три года раньше первоначальных расчётов^[19]. Сооружение других больших тоннелей через Альпы: Мон-Сенисского (12 км), Арльбергского (10 км) и Симплонского (19 км) — тоже потребовало интенсивного использования динамита^[22]. Важными преимуществами желатинированных динамитов было то, что они взрывались, не оставляя твёрдых остатков, обладали большей силой взрыва и совершенно не боялись воды — и поэтому были пригодны для подводных взрывных работ^{[23][19]}. Для оболочек патронов из гремучих студней использовался растительный пергамент^[24].



Взрывные работы с помощью динамита, рисунок из французского журнала La Nature, 1873



Гремучие студни в отражённом свете (сверху) и на просвет (снизу)

В 1880 году в России испытывалась «взрывчатая желатина», состоящая из 89 % нитроглицерина, 7 % коллоидного пироксилина и 4 % камфоры. Препарат этот имел важное преимущество перед «целлюлозе-динамитом» Трауцля: он не выделял нитроглицерина ни в воде, ни при сильном давлении, не взрывался от удара ружейной пули и с трудом детонировал через влияние, а по силе превосходил другие динамиты. Впоследствии, однако, обнаружилось, что этот сорт динамита не обладает достаточной устойчивостью и склонен к саморазложению (вероятно, по причине недостаточной чистоты нитроглицерина)^[13].

Антигризутные предохранительные динамиты

XIX век — это век угля. Его добыча представляла собой одну из основных задач горной промышленности. В то же время она была достаточно опасной: взрывы пороха, использовавшегося для проходки угольных шахт и раздробления пластов, образовывали много ядовитых газов и из-за длительного открытого пламени часто вызывали взрывы рудничного газа и угольной пыли, уносившие жизни горняков. Изобретение новых более безопасных взрывчатых веществ для угольной промышленности было насущной задачей, поэтому динамиты сразу были с успехом протестированы в каменноугольных копях Анна-Мария (Северная Вестфалия) под руководством немецкого инженера Менцеля^[25].

Полезное действие динамита было больше, чем у пороха, а скорость детонации — выше, что и обусловило его бо́льшую безопасность. Применение пороха, впрочем, продолжалось ещё долго по коммерческим соображениям, так как он слабее дробил уголь. Гурдинамит и желатинированные динамиты, однако, не решили проблему безопасности до конца, поэтому следующим шагом стали исследования путей дальнейшего усовершенствования безопасности для употребления в шахтах — или, как это называли на Мировом конгрессе прикладной химии 1906 года, антигризутности (от фр. *grisou* — метан, основной компонент рудничного газа) — взрывчатых веществ^[26].

В первую очередь исследователи обратили внимание на пламя взрыва. Попытки окружить заряд водой, пропитывая её оболочку или помещая его в патрон, залитый водой, практически не принесли успеха. В конце 1870-х—начале 1880-х годов крупнейшие европейские державы учредили специальные антигризутные комиссии, которые занимались опытной проверкой воспламеняющих свойств различных взрывчатых веществ и сертифицировали их для использования в шахтах различной опасности^[27].

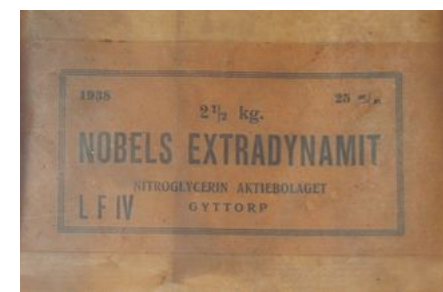
Успехом стала первая тепловая теория антигризутности, разработанная на основе экспериментов по воспламенению метановоздушных смесей французскими учёными-членами антигризутной комиссии Франсуа Эрнестом Малларом и Анри Луи Ле Шателье. Они обнаружили, что есть минимальная температура воспламенения смеси, а задержка воспламенения падает с температурой: от около

10 с при минимальной температуре 650 °C до практически мгновенного воспламенения при 2200 °C. Из этого был сделан вывод, что рудничный газ взрываться не будет, если

1. температура газов при детонации будет меньше 2200 °C — это ограничивает состав взрывчатого вещества;
2. в процессе расширения и охлаждения газов задержка воспламенения для текущей их температуры будет постоянно превышать время, прошедшее с момента детонации — это даёт предельный заряд, при превышении которого вспышка возможна.

Эксперименты подтвердили основные положения теории, правда, максимальную температуру газов после взрыва в шахте в 1888 году, где использовали взрывчатые вещества с предельной температурой детонации 2200 °C, решили понизить — до 1500 °C для угольных шахт и до 1900 °C для прочих^[28].

Многообещающим взрывчатым веществом с низкой температурой результирующих газов — всего 1100 °C — была аммиачная селитра. Первым широко распространённым антигризутным взрывчатым веществом на его основе стал экстрадинамит Нобеля, содержащий 70—80 % селитры и 30—20 % гремучего студня. Потом были разработаны гризутины, в которых было 12—30 % гремучего студня, и карбониты, состоявшие из 25—30 % студня, такого же количества муки и 25—40 % селитр щёлочных металлов или бария, изобретённые Бихелем и Шмудом в 1885 году. С 1887 года распространились веттердинамиты, включавшие в состав инертные соли с большим содержанием воды, что понижало температуру продуктов детонации — впервые такой состав предложили немцы Мюллер и Ауфшлегер: 48 % нитроглицерина, 12 % кизельгура и 40 % соды или сульфата магния^[29].



Экстрадинамит Нобеля

Бездымные пороха и военное применение динамита

К концу 1880-х годов на базе нитроглицерина были разработаны метательные бездымные пороха: баллистит, запатентованный Нобелем в 1888, и кордит, запатентованный в Англии Абелем и Дьюаром независимо от баллистита Нобеля в 1889 (сам Нобель считал отличия кордита от баллистита несущественными и вёл безрезультатную судебную тяжбу в попытке защитить свой патент)^[30]. В отличие от них, разработанный ранее во Франции Полем Вьелем бездымный порох Poudre В не содержал нитроглицерина и состоял главным образом из нитроцеллюлозы^[31]. Сам же динамит, несмотря на длительные усилия военных исследователей и изобретение относительно безопасных камфорных сортов, не нашёл широкого применения в военном деле из-за повышенной опасности и чувствительности к прострелу пулями, хотя камфорные динамиты применялись в российской армии и в Первую мировую войну^[32].

Пневматическая артиллерия, недолгое время состоявшая на вооружении американского флота и береговых батарей в самом конце XIX века, а также испытывавшаяся различными европейскими странами, называлась «динамитными пушками». Название связано с тем, что такие орудия могли стрелять в том числе и динамитными зарядами без существенного риска детонации снаряда прямо в стволе, так как давление в канале ствола артиллерийской установки можно было регулировать так, чтобы отсутствовал сильный начальный толчок (как от порохового заряда в классической артиллерии), а наоборот, ускорение снаряда росло постепенно^[33].

Принятые на вооружение образцы стреляли удлинёнными оперёнными фугасными снарядами весом до нескольких сот килограммов, снаряжёнными гремучим студнем, составлявшим до 75 % веса снаряда, на расстояние до нескольких километров. Динамитные пушки потеряли своё значение к 1900-м годам, когда распространились более устойчивые взрывчатые вещества (мелинит, тротил и другие), которыми стало можно снаряжать фугасные снаряды классической пороховой артиллерии, имевшие к тому же бо́льшие начальные скорости и поэтому позволявшие бо́льшую дальность стрельбы^[33].

Построенный специально для испытания пневматических орудий «динамитный крейсер» USS Vesuvius был укомплектован в 1890 году и после экспериментальных стрельб 1891 и 1893 годов даже участвовал в испано-американской войне 1898 года, обстреливая ночами Сантьяго. Затем, однако, он был поставлен на прикол и в 1904 году был превращён в экспериментальное торпедное судно с демонтированием всех динамитных пушек. Ещё одно судно с динамитной пушкой — бразильский вспомогательный крейсер «Нитерой» — совершило из неё лишь единственный символический выстрел 15 марта 1894 года в день окончательного подавления мятежа в Рио-де-Жанейро^[34].



15-дюймовые пневматические пушки так называемой «батареи динамит» (англ. *Battery Dynamite*), Форт Уинфилд Скотт, Сан-Франциско, 1895—1901



Стволы динамитных пушек динамитного крейсера USS Vesuvius

Преступное применение динамитов

Практически сразу же преимущества динамита оценили и преступники и террористические организации. Попытка подрыва в море пакетбота «Мозель» с целью получения страховки американским моряком Вильямом Кинг-Томассеном — бывшим взрывником-диверсантом армии Конфедерации — закончилась неудачей, когда 11 декабря 1875 года бочка замёрзшего самодельного динамита с часовым механизмом взорвалась при погрузке на судно, убив около 80 человек. Между мартом 1883 года и январём 1885 года в Лондоне произошло 13 динамитных взрывов, организованных экстремистами-сторонниками самоуправления Ирландии из организации «Клан-на-Гейл», включая взрыв в здании Скотланд-Ярда и попытку подрыва Лондонского моста. Русская революционная

партия «Народная воля» активно занималась производством динамита для проведения террористических актов^[35]. В Европе динамит применялся в тех же целях радикальными анархистами^{[36][37]}. Как сформулировал в 1886 году Огаст Спайс, редактор анархистской газеты в Чикаго, «фунт динамита стоит бушеля пуль» (англ. *A pound of dynamite is worth a bushel of bullets*)^[38].

Расцвет использования динамитов

К 1890-м годам под управлением Нобеля были уже десятки предприятий, производивших десятки тысяч тонн динамитов в год. Всё заработанное в основном на динамите и нефти состояние, около 32 миллионов крон, Нобель, умерший в 1896 году, завещал для образования фонда, ежегодно вручающего Нобелевские премии^[39].

К 1910 году производство динамита в мире достигло сотни тысяч тонн в год^[40], на одном только строительстве Панамского канала было израсходовано несколько миллионов тонн динамита^[41]. К 1920-м годам число производимых марок динамита стало исчисляться сотнями^[42], хотя тогда уже наметилась тенденция к их замене более новыми, безопасными и эффективными экономически взрывчатыми веществами^[43].

Вначале бо́льшую популярность имели сорта с пассивными адсорбентами, типа кизельгура^[44], однако к 1920-м годам они имели уже практически только исторический интерес, уступив место различным более мощным рецептурам со сгорающими в детонации адсорбентами нитроглицерина, типа органических смол, селитры и даже сахара^[45]. Это являлось следствием того, что нитроглицерин является избыточным по кислороду взрывчатым веществом, то есть при детонации нитроглицерина выделяется чистый кислород, который может быть использован как окислитель для адсорбента и прочих добавок с целью усиления взрыва^[46].

Закат динамитов

Несмотря на конкуренцию с новыми составами на основе селитры, динамиты оставались основным промышленным взрывчатым веществом во многих странах, например в Англии и Швеции, до середины XX века^[47]. В ЮАР — крупнейшем мировом производителе и потребителе динамита в течение нескольких десятилетий, начиная с 1940-х годов — динамит активно применялся на золотых рудниках и оставался основным взрывчатым веществом до 1985 года, когда АЕСИ под влиянием профсоюзов перепрофилировала фабрики на производство взрывчатых веществ на основе селитры^{[48][49]}.



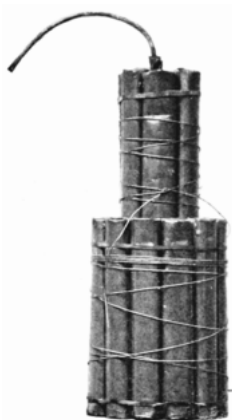
Последствия взрыва анархистами комиссариата полиции в Париже, 1892

В России производство полупластичных динамитов было начато во второй половине 1870-х годов, и вплоть до 1932 года производились динамиты с содержанием нитроэфиров 93, 88, 83 и 62 %, после чего производство трёх первых марок было свёрнуто из-за их большей опасности по сравнению с 62 % динамитом. После Великой Отечественной войны было возобновлено производство труднозамерзающего 62 % динамита на смеси нитроглицерина с нитродигликолем, но к началу 1960-х годов и он был вытеснен из промышленности, в СССР осталось лишь производство порошкообразных составов с содержанием жидких нитроэфиров около 15 % (детониты, углениты и так далее)^[47]. При этом некоторые авторы относят к динамитам взрывчатые вещества с низким содержанием нитроэфиров^[1], а некоторые — нет^[50]. В начале 1960-х годов производство классического динамита в СССР было полностью прекращено^[51].

В последней четверти XX столетия в горном деле в США на некоторое время получили популярность предохранительные динамиты, в которых в качестве нитроэфирной смеси использовалась смесь метриол тринитрата и диэтиленгликольдинитрата, обладавшая тем достоинством, что эти соединения не вызывают головной боли при контакте, в отличие от нитроглицерина^[52]. К началу XXI века их производство было свёрнуто^[52].

В полном обороте взрывчатых веществ в мире динамит занимает сейчас максимум 2 %^[53].

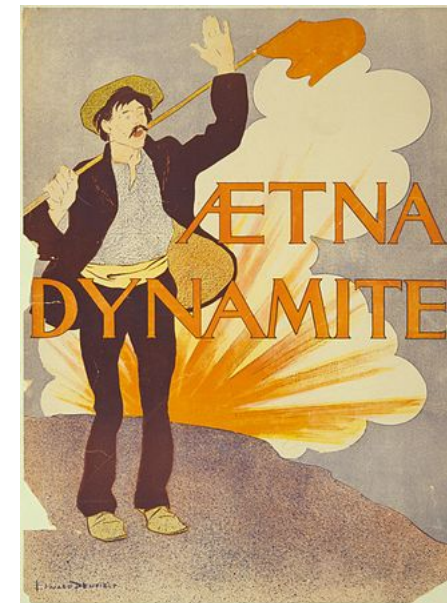
Роль динамитов в истории техники, их достоинства и недостатки



Гильза для динамитных патронов, 1899—1900

Динамиты были первыми смесевыми бризантными взрывчатыми веществами, получившим широкое распространение в горном деле, и они сыграли существенную роль в развитии взрывного дела^[47]. Динамиты превосходили более раннее основное взрывчатое вещество — чёрный порох — практически по всем показателям: по силе взрыва и концентрации энергии (теплота взрыва динамита составляет 7100—10 700 МДж/м³), по водоустойчивости и пластичности, по безопасности в обращении. Эти преимущества делали применение динамитов особенно эффективным для одного из основных на то время методов ведения взрывных работ — шпурового метода с ручным заряджанием шпуров патронами^[47]. Вообще внедрение динамита существенно упростило технологию взрывных работ, позволив перейти от камерных и мелкошпуровых зарядов к скважинным^[54].

Наряду с достоинствами динамиты обладают и недостатками. Они очень чувствительны к механическим воздействиям и поэтому опасны в обращении, особенно замёрзшие и полутоттаившие динамиты — что требует для хранения динамита хорошо отапливаемых



Реклама динамита, 1890-е годы



Вставка динамита в шпур при постройке дамбы Дуглас-Дэм, Теннесси, июнь 1942.

складов^[47]: так, динамиты, использующие чистый нитроглицерин, замерзают при температурах 10—12 °C и теряют пластичность^[51], для понижения температуры замерзания в динамиты добавляют также другие нитроэфиры, например нитроглицоль^[47]. Отрицательными качествами желатин-динамитов (см. *Виды и производство динамитов*) являются старение (частичная потеря детонационной способности при хранении, хотя и значительно менее выраженная, чем у других динамитов) и замерзание при температурах ниже −20 °C^[55]. Обычной опасностью из-за механической чувствительности являлась возможность детонации остатков патронов в стаканах шпуров при последующем обурировании забоев^[47]. Ещё одним историческим недостатком динамитов была эксудация нитроглицерина — выделение его каплями на поверхности динамита, «пропотевание» нитроглицерином — который при контакте вызывает продолжительную головную боль, а также более взрывоопасен, чем сам динамит (аналогичные проблемы существовали у гремучих студней)^[56].



Типичное старое бетонное здание для хранения динамита и детонаторов, Шотландия

По экономической эффективности производства динамиты существенно уступают более современным промышленным взрывчатым веществам на основе аммиачной селитры. Ещё одним фактором, затрудняющим их применение, является плохая пригодность в силу высокой чувствительности и формы выпуска (патроны диаметром 20—40 мм) к использованию в автоматических системах заряжания шпуров взрывчатыми веществами, хотя подобные попытки на основе пневматических систем велись в Швеции^[47].

Виды и производство динамитов

Общий обзор

Основным взрывчатым компонентом динамитов является нитроглицерин, к которому в целях понижения температуры затвердевания добавляется нитроглицоль или динитрат диэтиленгликоля (получающаяся смесь называется часто нитросмесью). По составу дополнительных ингредиентов динамиты разделяют на смешанные и желатин-динамиты, а по доле нитроглицерина на высоко- и низкопроцентные^[55]. Основная масса применения исторически приходилась на динамиты с 40—60-процентным содержанием нитроглицерина, в том числе в СССР — 62-процентный динамит^[51].

В состав смешанных динамитов помимо нитросмеси входит порошкообразный пористый поглотитель. В частности, в гурдинамите (высокопроцентный смешанный динамит) 75 % составляет нитроглицерин и 25 % — кизельгур, образуя рыхлую сырую массу, напоминающую чернозём (кизельгур был использован в качестве абсорбента и в патентованом динамите Нобеля^[60], другим ранним поглотителем был углекислый магний^[51]). В низкопроцентных смешанных динамитах с теплотой взрыва 1200—1400 ккал/кг (детонитах) в качестве поглотителя могут использоваться диэтиленгликольдинитрат, алюминиевая пудра или аммиачная селитра. В основе желатин-динамитов лежат желатинированные нитроэфиры, получаемые при добавлении в основное вещество до 10 % коллоксилина. Среди желатин-динамитов выделяется так называемый гремучий студень — нитроглицерин с добавкой 7—10 %

Характеристики советского динамита 62 %^[57]

Состав ^[58]	
нитросмесь ^[* 1]	62 %
коллоксилин	3,5 %
нитрат натрия	32 %
древесная мука	2,5 %
Свойство	Значение
Чувствительность к удару 2 кг грузом	25 см
Температура вспышки	205 °C
Скорость детонации	6000 м/с
Теплота взрыва	1210 ккал/кг
Температура продуктов взрыва	4040 °C
Объём продуктов взрыва	630 л/кг
Бризантность по Гессу	16 мм
Работоспособность по Трауцлю	350 см³
КПД взрыва	76 % ^[59]
Тротильовый эквивалент	1,2 ^[59]
1. Смесь нитроглицерина с динитратом диэтиленгликоля	

или желатин-динамиты с существенными добавками селитры и меньшей взрывной силой — для более мягких пород и при нужде в получении крупных обломков^{[20][63]}. Так называемые военные динамиты, особо устойчивые к механическим воздействиям — вплоть до отсутствия детонации при попадании пуль, делались из гремучего студня с добавками нескольких процентов вазелина и камфоры^[64]. Экономичные динамиты были близки по составу к студенистым, но предназначались для взрывных работ на поверхности, типа корчевания пней, и часто включали в себя

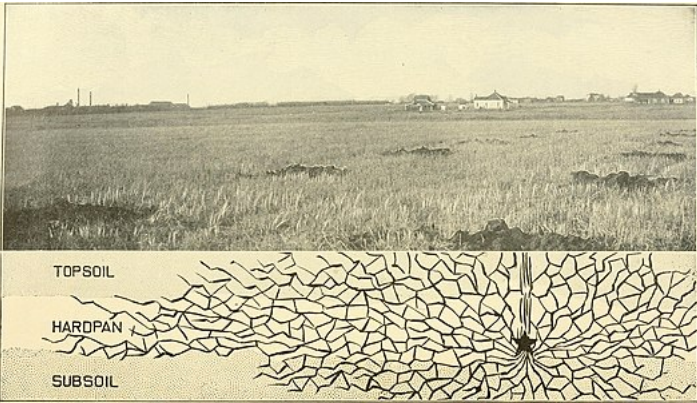
коллоксилина, дающий теплоту взрыва 1550 ккал/кг и обладающий скоростью детонации 8 км/с. В состав желатин-динамитов помимо нитроэфира и коллоксилина могут входить натриевая и калиевая селитры^[55], горючие добавки (древесная мука) и стабилизаторы (сода)^[51].

Исторические разновидности динамитов и их свойства

Составы динамитов варьировались в широких пределах в зависимости от их назначения. Так, динамиты, предназначенные для употребления в угольных шахтах, где возможно возгорание и детонация угольной пыли или выделяющегося из пластов метана, содержат небольшое количество нитроглицерина (10—40 %), часто смешанного с аммиачной селитрой (20—80 % — при наличии), и различными присадками, уменьшающими температуру получающихся газов. Такие динамиты выпускались под марками гризутинов, гризутитов, карбонитов и называются в общем антигризутными или предохранительными^[61]. Гремучие студни, содержавшие около 90 % нитроглицерина, 7—12 % коллоидного пироксилина и иногда несколько процентов различных присадок, использовались при взрывных работах в особо вязких и твёрдых горных породах^[62], а близкородственные им студенистые



Использование динамита для корчевания пня американской лиственницы, Айдахо, октябрь 1939



Использование динамита для разрыхления почвы, рисунок из американского пособия для фермеров, 1911

селитру, серу и древесную муку^[65]. Труднозамерзающие динамиты пользовались особым спросом в странах Скандинавии и включали в себя разнообразные присадки, понижающие температуру замерзания нитроглицерина^[66].

Долгое время стандартом, с которым сравнивали все типы динамитов, был «гур-динамит № 1» или просто «динамит № 1», состоявший из 75 % нитроглицерина, 24,5 % кизельгура и 0,5 % соды^[67]. Этот динамит имел плотность 1,67 г/см³ и представлял собой пластичную массу, жирную на ощупь, цвет которой варьировался около коричневого с примесью красного из-за применения различных сортов кизельгура^[68]. Гур-динамит не был гигроскопичен, однако при соприкосновении с водой она медленно вытесняла нитроглицерин из пор кизельгура, поэтому его хранение должно было производиться в сухих помещениях^[69]. При взрыве он не образовывал ядовитых газов, но оставлял твёрдые остатки наполнителя^[70], а при непосредственном контакте вызывал головную боль, как и нитроглицерин^[71].

Гремучий студень из нитроглицерина и коллодия представляет собой студнеобразное прозрачное чуть желтоватое вещество, напоминающее по консистенции плотное персиковое желе^[19]. Типичным составом желатинированного динамита, широко применявшегося в промышленности, было: 62,5 % нитроглицерина, 2,5 % коллоидного хлопка, 8 % древесной муки и 27 % натриевой селитры^[32].

Плотность гур-динамита — 1400—1500 кг/м³^[72]. Температура воспламенения гремучего студня и динамита с содержанием 75 % нитроглицерина — 180—200 °C^[73]. Объём выделяющихся газов на 1 кг вещества составляет для гремучего студня (91,5 % нитроглицерина и 8,5 % коллоидного пироксилина) — 0,71 м³, для гур-динамита с 75 % нитроглицерина — 0,63 м³^[74], теплота взрыва при постоянном объёме — 1530 и 1150 кал/кг^[75], температура продуктов детонации — 3200-3550 и 3000-3150 °C^[76], скорость детонации — 7700 и 6820 м/с, развиваемое газами давление — 1,75 и 1,25 ГПа^[77], соответственно. Детонация динамитов не происходит даже при падении их с высоты порядка десятков метров, но они очень чувствительны к ударам металлическими предметами^[78].

Современные динамиты

Современные промышленные динамиты выпускаются в виде патронов диаметром 32 мм, массой 150 г и 200 г, наполненных пластичным или порошкообразным маслянистым взрывчатым веществом. Гарантийный срок хранения — 6 месяцев. Подразделяются на две группы^[1]:

1. Высокопроцентные — с содержанием нитроэфиров более 35 %, это обыкновенные (пластичные) и труднозамерзающие динамиты.
2. Низкопроцентные — с содержанием нитроэфиров до 15 %, это детониты, углениты и победиты. Углениты и победиты — предохранительные динамиты, производимые из нитроглицерина, окислителя и пламегасителя (русские углениты Э-6 и № 5, победит ВП-4)^[1]. Некоторые авторы не относят эти взрывчатые вещества к динамитам^[50].



Современный динамит в Боливии, 2007

Температура замерзания обыкновенного динамита — +8 °С, труднозамерзающего — −20 °С. Динамиты высокочувствительны и опасны в обращении, особенно замёрзшие — в этом виде их нельзя подвергать механическим воздействиям: резать, ломать, бросать и так далее. Перед применением замёрзшие динамиты подвергают оттаиванию^[1].

В США изготовлением динамита занимается единственная компания Dyno Nobel (г. Картаж, штат Миссури). Полный объём производства динамита в США в 2006 году составил примерно 14000 тонн^[52]. Кроме того, на вооружении в армии США состоит так называемый «военный динамит», не содержащий, однако, нитроэфиров, и состоящий из 75 % гексогена, 15 % тротила и 10 % десенсибилизаторов и пластификаторов^[53].

Весовой состав (в %) типичных производимых в США динамитов^[52]

Компонент	Динамит	60%-экстра динамит	Гремучий студень	60%-экстра желатин	Экономичный динамит
Нитросмесь ^[** 1]	40,0	15,8	91,0	26,0	9,5
Нитроклетчатка	0,1	0,1	6,0	0,4	0,1
Нитрат аммония	30,0	63,1	—	39,0	72,2
Нитрат натрия	18,9	11,9	—	27,5	—
Древесная мука	8,0	3,4	0,5	2,0	2,4
Бальса	2,0	—	—	—	—
Крахмал или мука	—	3,9	1,5	3,8	4,0
Гуаровая камедь	—	1,3	—	—	1,3
Феноловые микросферы	—	—	—	0,3	—
Хлорид натрия	—	—	—	—	10,0
Тальк	1,0	0,5	1,0	1,0	0,5
1. Нитросмесь, используемая для повышения морозостойкости динамитов, в США с середины 1920-х годов типично состоит из <u>динитрогликоля</u> и нитроглицерина в пропорции 83 к 17					

Производство динамитов

Процесс производства динамитов сопровождается всеми предосторожностями, которые используются в производстве взрывчатых веществ: производство строго регулируется для предотвращения случайной детонации; оборудование специально конструируется для минимизации внешних воздействий на смешиваемые компоненты, таких как огонь, теплота или удары; здания и склады специально

укрепляются, в них возводятся взрывоустойчивые крыши и создаётся строгий контроль доступа; здания и склады разносятся по территории заводов и оборудуются специальными системами отопления, вентиляции и электросетями; все стадии процессов постоянно мониторятся автоматическими системами и работниками; работники проходят специальное обучение, в том числе медицинское — для оказания первой помощи пострадавшим при взрыве, а их здоровье подвергается усиленному контролю^[79].

Исходными веществами являются нитросмесь (нитроглицерин с этиленглицольдинитратом, понижающим температуру его замерзания), впитывающее вещество и антацид. Вначале нитросмесь постепенно добавляется в механический смеситель, где она поглощается адсорбентом, сейчас типично органическим веществом типа деревянной или пшеничной муки, опилок и тому подобного с возможной добавкой натриевой и/или аммиачной селитры, усиливающих взрывчатые свойства динамита. Затем добавляется около 1 % антацида, типично карбоната кальция или оксида цинка, чтобы полностью нейтрализовать возможную кислотность адсорбента — в кислой среде нитроглицерин имеет склонность к разложению. После перемешивания смесь готова к упаковке^{[55][79]}.

Динамиты обычно патронируются в бумажных гильзах 2—3 см в диаметре и 10—20 см в длину, которые запечатываются парафином — он защищает динамит от сырости и как углеводород усиливает взрыв. Выпускаются также и многие другие формы динамитов, от маленьких патронов, используемых при сносе зданий, до крупных зарядов диаметром до 25 см, длиной до 75 см и весом до 23 кг, используемых при открытой разработке полезных ископаемых. Иногда используется порошковая форма динамитов, а для подводных работ выпускаются желатинированные динамиты^{[55][79]}.

Примечания

- ↑ *Дик В. Н.* 3.5.2 Динамиты // Взрывчатые вещества, пороха и боеприпасы отечественного производства. Часть 1. Справочные материалы: Справочник. — Минск: Охотконтракт, 2009. — С. 24. — 280 с. — ISBN 978-985-6911-02-9.
- ↑ Dynamite (https://www.britannica.com/EBchecked/topic/) (англ.). *Encyclopædia Britannica*. Дата обращения: 10 декабря 2015.
- ↑ Сухаревский, 1923, с. 16—18.
- ↑ Сухаревский, 1923, с. 18.
- ↑ Красногоров, 1977, с. 81.
- ↑ Красногоров, 1977, с. 82.
- ↑ Красногоров, 1977, с. 85.
- ↑ Сухаревский, 1923, с. 18—19.
- ↑ Красногоров, 1977, с. 84—85.
- ↑ Красногоров, 1977, с. 86.
- ↑ Альфред Нобель (https://web.archive.org/web/20160304083204/http://evolutsia.com/content/view/1229/). Дата обращения: 14 августа 2015. Архивировано из оригинала (http://evolutsia.com/content/view/1229/) 4 марта 2016 года.
- ↑ 1867 г.- Альфред Нобель впервые продемонстрировал динамит (http://www.enginclub.ru/calendar/7/14/1867g-alfred-nobel-vpervye-prodemonstroval-dinamit) Архивная копия (https://web.archive.org/web/20150326004437/http://www.enginclub.ru/calendar/7/14/1867g-alfred-nobel-vpervye-prodemonstroval-dinamit) от 26 марта 2015 на Wayback Machine
- ↑ Сухаревский, 1923, с. 19.
- ↑ Гейман, 1978, с. 26.
- ↑ Красногоров, 1977, с. 87.
- ↑ Сухаревский, 1923, с. 651.
- ↑ Красногоров, 1977, с. 85—86.
- ↑ Красногоров, 1977, с. 88.

19. Красногоров, 1977, с. 92.
20. Сухаревский, 1923, с. 682.
21. Красногоров, 1977, с. 110.
22. Гейман, 1978, с. 110.
23. Наум, 1934, с. 14.
24. Сухаревский, 1923, с. 684—685.
25. Гейман, 1978, с. 26—27.
26. Гейман, 1978, с. 27—28, 35.
27. Гейман, 1978, с. 28.
28. Гейман, 1978, с. 28—29.
29. Гейман, 1978, с. 30—31.
30. Наум, 1934, с. 16—17.
31. Richard E. Rice. Smokeless powder: Scientific and institutional contexts at the end of the nineteenth century (<https://books.google.ca/books?id=7n6Cg9znFrUC&lpg=PR1&pg=PA356#v=onepage&q&f=false>) // Gunpowder, Explosives and the State: A Technological History / Brenda J. Buchanan (Ed.). — Ashgate, 2006. — P. 356—357. — ISBN 0-7546-5259-9.
32. Наум, 1934, с. 15.
33. Динамитные пушки // Военная энциклопедия : [в 18 т.] / под ред. В. Ф. Новицкого ... [и др.]. — СПб. ; [М.] : Тип. т-ва И. Д. Сытина, 1911—1915.
34. Судьба динамитного оружия // Техника и вооружение. — 2003. — № 4, 5, 8, 10.
35. Народовольцы | Энциклопедия безопасности (<http://survincity.ru/2012/08/narodovolcy/>). Дата обращения: 14 мая 2013. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20120819065304/http://survincity.ru/2012/08/narodovolcy/>) 19 августа 2012 года.
36. Торвальдс, Юрген. Часть I. Неизгладимая печать, или причуды идентификации. Глава 7. 1892 г. Парижские анархисты. Бертильон идентифицирует Равашоль. На пороге мировой славы. // Век криминалистики (<https://books.google.com/books?id=-YZpBgAAQBAJ>) (англ.). — Издательство "Проспект", 2015. — ISBN 9785392171071.

37. For jihadist, read anarchist (<http://www.economist.com/node/4292760>) (англ.). The Economist (Aug 18th 2005). Дата обращения: 11 декабря 2015. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20151011215841/http://www.economist.com/node/4292760>) 11 октября 2015 года.
38. Matheson R. 5 Dynamitards // Death, Dynamite and Disaster: A Grisly British Railway History (<https://books.google.com/books?id=LKBvAwAAQBAJ>) (англ.). — History Press Limited, 2014. — ISBN 9780750957014.
39. К. Н. Зеленин, А. Д. Ноздрачев, Е. Л. Поляков. Взрывчатый порошок Нобеля (http://vivovoco.astronet.ru/VV/JOURNAL/NATURE/09_02/RUSNOB.HTM) // Природа. — 2002. — № 9.
40. Сухаревский, 1923, с. 740—741.
41. Сухаревский, 1923, с. 662—663.
42. Сухаревский, 1923, с. 20.
43. Сухаревский, 1923, с. 740.
44. Сухаревский, 1923, с. 647—655.
45. Сухаревский, 1923, с. 655—681.
46. Нитроглицерин. История открытия и применения. Динамит (http://chemistry-chemists.com/N6_2011/P16/ChemistryAndChemists_6_2011-P16-3.html) Архивная копия (https://web.archive.org/web/20160304210343/http://chemistry-chemists.com/N6_2011/P16/ChemistryAndChemists_6_2011-P16-3.html) от 4 марта 2016 на Wayback Machine // Химия и Химики № 6, 2011.
47. Дубнов Л. В., Бахаревич Н. С., Романов А. И. 1.3 Краткая история развития промышленных ВВ // Промышленные взрывчатые вещества. — 3-е издание, переработанное и дополненное. — М. : Недра, 1988. — С. 14—15. — ISBN 5-247-00285-7.
48. AECI: South Africa — History of the Chemical Industry (<http://www.caia.co.za/index.php?pg=18>). Дата обращения: 11 декабря 2015. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20130723170731/http://caia.co.za/index.php?pg=18>) 23 июля 2013 года.
49. Historical Highlights 1980's (<http://www.aeci.co.za/New/History/1980.htm>). Web.archive.org (30 июня 2006). Дата обращения: 9 июня 2012. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20060630050905/http://www.aeci.co.za/New/History/1980.htm>) 30 июня 2006 года.

50. *Светлов Б. Я., Яременко Н. Е.* Глава XVIII. Нитроглицериновые ВВ // Теория и свойства промышленных взрывчатых веществ. — 3-е изд., перер. и доп. — М.: Недра, 1973. — С. 180.
51. *Н. С. Бахаревич, Л. В. Дубнов.* Динамиты // Горная энциклопедия / Под ред. Е. А. Козловского. — М.: Советская энциклопедия.
52. *Hopler Robert B.* The History, Development, and Characteristics of Explosives and propellants. 1.4.2 Dynamite (<https://books.google.com/books?id=xLSEc2IVJzMC>) (англ.) // Forensic Investigation of Explosions, Second Edition / Ed. by Beveridge A. — Taylor & Francis, 2011. — P. 8—11. — ISBN 9781420087253.
53. *Юрий Веремеев.* Укрощение дьявола: Строптивая субстанция (<http://www.popmech.ru/weapon/5722-ukroshchenie-dyavola-stroptivaya-substantsiya/#full>) // Популярная механика. — 2006. — № 48 (октябрь). — Архивировано (<https://web.archive.org/web/20150530002850/http://www.popmech.ru/weapon/5722-ukroshchenie-dyavola-stroptivaya-substantsiya/>) из первоисточника 30 мая 2015.
54. Гейман, 1978, с. 110—111.
55. Динамиты / Б. Н. Кондриков. // Большая советская энциклопедия : [в 30 т.] / гл. ред. А. М. Прохоров. — 3-е изд. — М. : Советская энциклопедия, 1969—1978.
56. Сухаревский, 1923, с. 686.
57. *Элов Б. А.* Основы взрывного дела (Пособие). — М. : Воениздат, 1974. — С. 23, 29.
58. Динамиты (<https://old.bigenc.ru/text/1956477>) / Г. Д. Козак // Большой Кавказ — Великий канал. — М. : Большая российская энциклопедия, 2006. — (Большая российская энциклопедия : [в 35 т.] / гл. ред. Ю. С. Осипов ; 2004—2017, т. 4). — ISBN 5-85270-333-8.
59. *Даниленко В. В.* Взрыв: физика, техника, технология. — М. : Энергоатомиздат, 2010. — С. 438. — 784 с. — ISBN 978-5-283-00857-8.
60. *А. Азимов.* Краткая история химии. Развитие идей и представлений в химии (<https://books.google.ca/books?id=SaT6AgAAQBAJ&lpg=PA2&pg=PA132#v=onepage&q&f=false>). — М. : Мир, 1983. — С. 132.
61. Сухаревский, 1923, с. 701—721.
62. Сухаревский, 1923, с. 682—685.
63. Сухаревский, 1923, с. 687—692.
64. Сухаревский, 1923, с. 685—687.
65. Сухаревский, 1923, с. 692—693.
66. Сухаревский, 1923, с. 695—700.
67. Сухаревский, 1923, с. 647.
68. Сухаревский, 1923, с. 648.
69. Наум, 1934, с. 233—234.
70. Наум, 1934, с. 238.
71. Наум, 1934, с. 234.
72. Сухаревский, 1923, с. 72.
73. Сухаревский, 1923, с. 82.
74. Сухаревский, 1923, с. 102.
75. Сухаревский, 1923, с. 117.
76. Сухаревский, 1923, с. 123—124.
77. Сухаревский, 1923, с. 133.
78. Наум, 1934, с. 236.
79. *Douglas E. Betts.* Dynamite (<http://www.madehow.com/Volume-2/Dynamite.html>) (англ.). *How Products Are Made. Vol. 2.* Дата обращения: 30 декабря 2015. Архивировано (<https://web.archive.org/web/20151007053738/http://www.madehow.com/Volume-2/Dynamite.html>) 7 октября 2015 года.

Литература

- *Сухаревский М.* Взрывчатые вещества и взрывные работы. Справочное руководство (<http://rufort.info/lib/suharevskiy-m-vzryivchatyie-ve>

shhestva-i-vzryivnyie-raboty-1923/). — Государственное техническое издательство, 1923. — Т. 1. — 911 с.

- *Наум Ф.* Нитроглицерин и нитроглицериновые взрывчатые вещества (Динамиты) / Пер. с нем. — М.— Л. : Химтехиздат, 1934. — 330 с.
- *Красногоров В.* Подражающие молниям. — М.: Знание, 1977. — 192 с. — (Жизнь замечательных идей).
- *Гейман Л. М.* *Взрыв — история, практика, перспективы* (<https://books.google.com/books?id=oWO4AAAAIAAJ>) (англ.). — М.: Наука, 1978. — 181 р. — (Наука и технический прогресс).

Ссылки

- *Нитроглицерин. История открытия и применения. Динамит* (http://chemistry-chemists.com/N6_2011/P16/ChemistryAndChemists_6_2011-P16-3.html) / Химия и Химики № 6, 2011
-

Источник — <https://ru.wikipedia.org/w/index.php?title=Динамит&oldid=130821957>

Эта страница в последний раз была отредактирована 3 июня 2023 в 07:43.

Текст доступен по лицензии Creative Commons «С указанием авторства — С сохранением условий» (CC BY-SA); в отдельных случаях могут действовать дополнительные условия.

Wikipedia® — зарегистрированный товарный знак некоммерческой организации Фонд Викимедиа (Wikimedia Foundation, Inc.)