

P1.2027

НА ДОМ
НЕ ВЫДАЕТСЯ

Вейнберг
В самовознаращении

Москва
1895г.

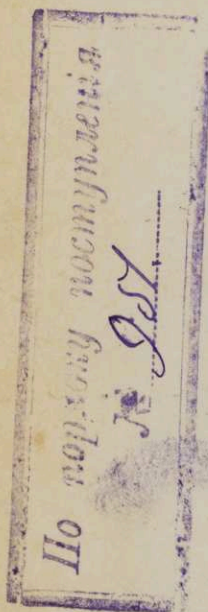
P. 1.2027

13 265

О САМОВОЗГАРАНІИ.

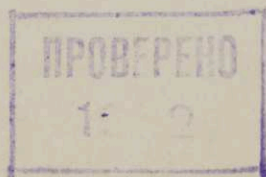
Я. И. Вейнберга.

Отдѣльный оттискъ изъ VII тома Трудовъ Отдѣленія Физическихъ
Наукъ Императорскаго Общества Любителей Естествознанія, Антро-
пологии и Этнографіи.



Р 12027

✓
Прогр. 1935



БИБЛИОТЕКА
ИМПЕРАТОРСКАГО
МОСКОВСКАГО
ТЕХНИЧЕСКАГО УЧИЛИЩА

МОСКВА.

Типографія М. Г. Волчанинова, Кудринская ул., д. Кирѣевой.
1895.



ВВЕДЕНИЕ.

Между явленіями физико-химическими, нерѣдко встрѣчающимися въ практической жизни и наносящими немаловажный убытокъ, самовозгараніе, относительно научнаго изслѣдованія причинъ его обуславливающихъ, занимало и продолжаетъ занимать едва ли не послѣднее мѣсто. А между тѣмъ, казалось бы, явленіе это заслуживаетъ вниманіе ученыхъ и техниковъ, заслуживаетъ болѣе тщательнаго наблюденія со стороны фабрикантовъ, заводчиковъ и вообще торговаго люда. Не можетъ подлежать сомнѣнію, что ежегодно множество пожаровъ происходитъ отъ самовозгаранія веществъ, этому процессу въ особенности подверженныхъ и, стало быть, могли бы быть предотвращены заранѣе принятыми мѣрами. По всѣмъ вѣроятностямъ, не мало пожарныхъ случаевъ, приписываемыхъ „неизвѣстнымъ причинамъ“ или же умышленнымъ поджогамъ, а потому подававшихъ поводъ къ судебному разбирательству и, быть можетъ, даже къ обвиненію невиновнаго, обуславливались самовозгараніемъ, и это явленіе, нѣтъ сомнѣнія, было бы обнаружено, еслибы лица, изслѣдовавшія причины пожара, были ознакомлены съ явленіемъ самовозгаранія, если не съ теоретической, то, по крайней мѣрѣ, съ фактической стороны.

Къ сожалѣнію, не такъ обстоитъ этотъ вопросъ не только у насъ, въ Россіи, но и за границей: явленію самовозгаранія удѣлено, сравнительно, крайне ничтожное мѣсто въ ряду прочихъ физико-химическихъ изслѣдованій; специальныхъ трактатовъ насчитываемъ единицами, да и тѣ большею частью довольно поверхностны и далеко не исчерпываютъ предмета; въ періодическихъ изданіяхъ, хотя кое гдѣ и находимъ свѣдѣнія касательно самовозгаранія и происшедшихъ отъ него пожаровъ, но свѣдѣнія эти скудны, и автору этой книги стоило не мало труда собрать большею частью краткія замѣтки, относящіяся къ этому вопросу и разсѣяанныя въ многочисленныхъ томахъ *Dingler's Polytechnisches Journal*, почти съ первыхъ годовъ его изданія. Замѣчательно, что специальные физико-химическіе журналы на страницахъ своихъ удѣляютъ этому вопросу мало мѣста. Такъ въ 270 томахъ *Liebigs Annalen der Chemie und Physik* находимъ лишь одну статью о самовозгараніи сѣна и краткую замѣтку, относящуюся къ каменному углю. Въ длинномъ рядѣ „*Roggendorf's Annalen*“ также находимъ только одну статью, трактующую объ опытахъ Обера. Не менѣе странно слѣдующее обстоятельство: о самовозгараніи человека, злоупотребляющаго спиртными напитками, намъ самимъ приходилось слышать гораздо больше, чѣмъ о самовозгараніи, напр., шерсти, хотя еще Либихомъ доказано, что первое мнѣніе совершенно неосновательно. О сѣнѣ очень часто приходится слышать, что оно горѣлое (т. е. медленно обуглившееся), но никогда, чтобы многочисленные пожары сѣнныхъ скирдъ могли обуслови-

ваться этимъ, другими словами, чтобы медленное обугливаніе сѣна способно было переходить въ горѣніе пламенемъ. Благодаря тому обстоятельству, что послѣдній актъ подобнаго химическаго процесса приходится рѣдко наблюдать самому, быть личнымъ свидѣтелемъ вспыхиванія пламенемъ вещества, котораго огонь не касался, многіе склонны скептически относиться къ факту самовозгаранія и приписать пожаръ или давно тлѣвшему огню, или оброченной спичкѣ, или же всего чаще „неизвѣстной причинѣ“ и тѣмъ дѣло кончается.

А между тѣмъ, давно извѣстно, что медленное окисленіе (т. е. соединеніе вещества съ кислородомъ) или ржавчина, обугливаніе, есть такой же химическій процессъ, какъ и горѣніе (пламенемъ), отличаясь отъ послѣдняго только отсутствіемъ теплоты и свѣта и бѣльшею медленностію самаго процесса окисленія. Извѣстно также, что чѣмъ вещества органическія или же горючія неорганическія находятся въ состояніи мелкаго дробленія, другими словами, чѣмъ представляемая ими кислороду воздуха поверхность больше, тѣмъ окисленіе совершается легче, скорѣе, а потому и повышение температуры значительнѣе, доходя до воспламененія. Такъ, напр., хорошо очищенный керосинъ, налитый въ сосудъ, не загорается отъ приближенія къ свободной его поверхности зажженной спички; но тотъ же керосинъ, смочившій тряпку и, стало быть, занимающій на ней огромную поверхность, вспыхиваетъ мгновенно; равно опасно бываетъ подносить огонь къ пространству, наполненному парами керосина, такъ какъ каждый пузырекъ пара сопри-

касается воздуху, а потому весьма легко соединяется съ его кислородомъ. Химическое между собою соединеніе неорганическихъ веществъ, напр. желѣзныхъ опилокъ съ сѣрою, при содѣйствіи влажности, сопровождается самовозгараніемъ (извѣстный опытъ Лемери „искусственный вулканъ“). Вообще, мелко раздробленныя вещества органическія и неорганическія весьма склонны къ самовозгаранію и на этомъ основаны такъ называемые *пирофоры*. Еще Boyle въ 1680 г. упоминаетъ объ одномъ веществѣ, загорающемся на воздухѣ ¹⁾, а въ слѣдующемъ 1681 г. членъ Парижской Академіи Наукъ Гомбергъ составилъ извѣстный свой пирофоръ изъ квасцовъ и угля. Загараніе на воздухѣ этого пирофора обусловливается лишь сѣрнокислымъ калиемъ; другая же составная часть квасцовъ—сѣрнокислый алюминій, а равно и примѣшанный угольный порошокъ служитъ лишь для мельчайшаго дробленія сѣрнокислаго калия. Были составлены и нѣкоторые другіе пирофоры, въ составъ коихъ входили попеременно калий, натрій, желѣзо, антимоній и др., съ примѣсью угольнаго порошка. По мнѣнію *Gmelin*'а самовозгараніе пирофоровъ зависитъ отъ измелченнаго угля и отъ присутствія натрія, калия и соединеній ихъ съ сѣрою. Эти вещества, благодаря своей измелченности, жадно притягиваютъ къ себѣ кислородъ и влажность воздуха, а отъ химическаго соединенія происходитъ возвышеніе температуры и самовозгараніе. Такого же мнѣнія былъ и *Döbereiner* — изобрѣтатель водороднаго огнива, въ которомъ губчатая платина накаляется вслѣдствіе сильнаго поглощенія кислорода,

¹⁾ Kopp, *Gesch. d. Chemie*. Bd IV, pg. 64.

соединяющагося съ струею водорода. Гё-Люссакъ показалъ, что присутствіе угля и глины въ пирофорѣ не есть необходимость: одна часть сѣрноокислаго калия съ тремя частями сѣрноокислаго магнія даетъ хорошій пирофоръ ¹⁾. Опыты Магнуса съ порошкообразными металлами вообще показали, что очень скважистыя или мелко раздробленныя вещества могутъ воспламеняться на воздухѣ, напр. мелкій угольный порошокъ съ квасцами, или же мелкій желѣзный порошокъ, полученный отъ раскисленія желѣзной окиси посредствомъ струи водорода ²⁾. Подобное самовозгараніе часто происходитъ въ угольныхъ копахъ, въ коихъ вмѣстѣ съ углемъ встрѣчается желѣзный колчеданъ. При вывѣтриваніи послѣдняго и распаденіи его на мелкія части происходитъ окисленіе, а вслѣдствіе громаднаго возвышенія температуры загорается уголь въ шахтѣ. Подобныя угольныя копи, содержащія колчеданы, часто встрѣчаются, напр. въ Гессенѣ, возлѣ Саарбрюкена, въ Саксоніи и Верхней Силезіи. Исторія сохранила разсказъ о древнѣйшемъ пожарѣ такого рода, происшедшемъ въ Саксоніи (Planitz) и достигшемъ наибольшаго напряженія въ 1479 году. Другой пожаръ продолжается тамъ же съ 1641 года, обнимая пространство 600 метровъ въ длину и 57 метровъ въ толщину. Подобные же пожары имѣютъ мѣсто въ Михаловицѣ (Верхняя Силезія), а также въ Duttweiler близъ Саарбрюкенъ ³⁾.

1) *Ann. de Chim. et de Phys.* T. XXXVII, pg. 415.

2) *Dingler, Polyt. Journ.*, XIX, pg. 278—282,

3) *Elsner, Allgemeine Brandursachen*, 1877, pg. 217.

Мы сказали, что химическія соединенія бѣльшею частію сопровождаются возвышеніемъ температуры. Но въ особенности послѣднее достигаетъ высшаго своего напряженія при механическихъ или же химическихъ измѣненіяхъ веществъ, содержащихъ углеродъ; послѣдній, соединяясь съ кислородомъ воздуха, причиняетъ возвышеніе температуры, могущее перейти въ самовозгараніе. Но чтобы послѣднее дѣйствительно имѣло мѣсто, потребно, чтобы окисленіе углерода происходило, по возможности, быстро, во многихъ точкахъ и чтобы сопровождающая его возвышенная температура оставалась внутри массы, а не терялась извнѣ посредствомъ охлажденія и лучеиспусканія. Поэтому для самовозгаранія потребны слѣдующія условія:

1) Вещество должно содержать большое количество углерода или углеводородныхъ соединеній.

2) Доступъ кислорода воздуха долженъ быть облегченъ; поэтому вещество должно быть размельчено или же имѣть сложеніе волокнистое. Подобное волокно, особенно если оно имѣетъ каналъ, представляетъ собою цилиндръ, внѣшняя и внутренняя поверхность коего громадна, сравнительно съ его массою, а потому частицы его могутъ легко окисляться.

3) Чѣмъ бѣльшее сродство частицы даннаго вещества имѣютъ къ кислороду, тѣмъ энергичнѣе произойдетъ окисленіе, а слѣдовательно и повышеніе температуры.

4) Чѣмъ хуже данное вещество проводитъ теплоту и чѣмъ выше температура воздуха, тѣмъ медленнѣе будетъ его охлажденіе, тѣмъ меньше, въ

данную единицу времени, будетъ потеря отъ теплопроводности, а потому есть бóльшая вѣроятность, что начавшееся въ глубинѣ массы нагрѣваніе увеличится болѣе и болѣе.

5) Влажность оказываетъ немаловажное вліяніе при самовозгараніи; о причинахъ этого сказано будетъ въ своемъ мѣстѣ. Уже давно извѣстно, что сырое сѣно, сложенное въ большія кучи, равно и сырой уголь, воспламеняются сильнѣе, вслѣдствіе происходящей внутри ихъ массы химической реакціи.

Наблюденія и опыты показали, что самовозгаранію подвержены слѣдующія вещества: каменный и древесный уголь, угольная пыль (копотъ, сажа), сѣно (сложенное въ кучу и не высохшее), шерсть и издѣлія изъ оной (особенно промасляная), хлопчатая бумага (содержащая жиръ или окрашенная, или же сырой хлопокъ, не очищенный отъ своихъ сѣмянъ), ленъ и пенька (пропитанная масломъ или навощенная), шелкъ (окрашенный), древесныя стружки и опилки (если содержатъ жиры), навозъ (сложенный кучами), тряпки (пропитанныя масломъ и употребляющіяся на фабрикахъ для очистки машинъ), жирныя вещества вообще, мука (сырая) сырые табачные листья, стоптанная солома (пропитанная масломъ или жиромъ), бензинъ (при чисткѣ матерій), негашенная известь (политая водою), хлорновато-кислый калий, хлорная известь.

Ниже будетъ доказано, что наиболѣе подвержены самовозгаранію шерстяныя или бумажныя тряпки, пропитанныя жиромъ и вообще замасляныя, а также солома, древесныя стружки и опилки, засален-

ныя и заброшенные въ кучи; наконецъ навозъ и всякія гніющія органическія вещества, такъ какъ гніеніе само есть ничто иное какъ разложеніе тѣла на его составныя части, вступающія въ новыя химическія соединенія—большею частью съ кислородомъ воздуха. Стоитъ только обратить на это вниманіе, чтобы понять, что въ избахъ нашихъ простолюдиновъ, въ особенности же въ деревняхъ, заключаются обильные запасы веществъ, подверженныхъ самовозгаранію, и что этимъ именно обстоятельствомъ можно объяснить себѣ многочисленныя пожары въ Россіи, отъ такъ называемыхъ „неизвѣстныхъ причинъ“ происходящіе. Мы вполне согласны съ г. Лохтинымъ, что „на свѣтѣ едва ли есть гдѣ такое изобиліе самовозгорающихся веществъ, какъ въ русскихъ земледѣльческихъ селеніяхъ“. Безъ сомнѣнія, громадное число ежегодныхъ нашихъ пожаровъ, пожирающихъ многіе милліоны, зависятъ отъ скученности нашихъ деревянныхъ построекъ, крытыхъ по большей части соломой, а еще больше—отъ небрежнаго обхожденія нашего простолюдина съ огнемъ. Но, съ другой стороны, едва-ли можно послѣднему обстоятельству, а равно намѣренному поджогу приписать то громадное число пожаровъ, которые случаются ежегодно по причинамъ, „оставшимся неизвѣстными“, и число которыхъ составляетъ почти $\frac{2}{3}$ всего количества ежегодныхъ пожаровъ. Такъ въ 1874 г. въ Россіи было 26,326 пожаровъ, изъ коихъ 14,882 (около 57%) произошли отъ неизвѣстныхъ причинъ, причемъ имущества истреблено огнемъ на 58,897,888 рублей; въ 1875 соотвѣтственныя числа

были 25976, 14631 (56%) и 64,097,896 р.; въ 1876—27565, 15770 (57%) на сумму 56,360,719 р. Въ 1876 году насчитывали пожаровъ отъ поджоговъ 4013, отъ неосторожнаго обращенія съ огнемъ—6834, а отъ неизвѣстныхъ причинъ—15770 ¹⁾. Такимъ образомъ число пожаровъ отъ неизвѣстныхъ причинъ почти въ полтора раза превосходитъ число пожаровъ отъ поджога и отъ неосторожнаго обращенія съ огнемъ *вмѣстѣ взятыхъ*! Какъ не задуматься при видѣ такого изумительнаго результата? Какъ не стараться найти причину такого грустнаго явленія? Достойно замѣчанія, что первые, довольно обстоятельные опыты относительно самовозгаранія было именно произведены въ С.-Петербургѣ по слѣдующему случаю. Еще въ 1764 году тамъ были нѣсколько пожаровъ въ помѣщеніяхъ, гдѣ находились крѣпко-увязанные тюки пеньки, пропитанной масломъ. Въ 1780 году на одномъ изъ невскихъ острововъ, въ магазинѣ, построенномъ изъ камня и желѣза, куда ночью никогда не ходили съ огнемъ, и гдѣ вообще никоимъ образомъ нельзя было подозрѣвать неосторожнаго обращенія съ огнемъ, вдругъ ночью вспыхнулъ пожаръ, который приписывали тому обстоятельству, что тамъ хранилась плотно-увязанная пенька, пропитанная льнянымъ масломъ. Извѣстно было, что въ 1757 году во Франціи, въ Брестскомъ арсеналѣ, произошелъ пожаръ отъ самовозгаранія сложенныхъ тамъ парусовъ, и подобное явленіе неоднократно послѣ

¹⁾ П. Лохтинъ, о самовозгораніи, въ связи съ вопросомъ о причинѣ пожаровъ въ Россіи, 1879, стр. 8.

повторялось и въ С.-Петербургѣ. Въ томъ же 1780 г. у одного мѣховщика, въ подвалѣ, куда никто не ходилъ съ огнемъ, загорѣлось въ подвалѣ, куда накануне вечеромъ сложенъ былъ тюкъ навощенныхъ обоевъ. По опытамъ оказалось, что сосновая сажа, пропитанная коноплянымъ масломъ и завернутая въ парусъ, спустя 19 часовъ загорѣлась; изъ массы повалилъ дымъ, а когда дверь открыли, то показалось яркое пламя. По опытамъ Георги, въ 1781 г. довольно мелкій угольный порошокъ, въ теченіе пяти часовъ пропитанный высыхающимъ масломъ и затѣмъ уложенный въ полотно, при сухой погодѣ непременно воспламенялся спустя 16 часовъ, но горѣніе прекращалось при сырой погодѣ. Покрытая олифомъ пенька, затѣмъ высушенная въ печи въ продолженіе одного часа и увязанная въ лубокъ, по истеченіи часа сильно нагрѣвалась, а спустя трехъ часовъ воспламенялась. То же самое получалось при употребленіи овечьей шерсти, стараго шерстянаго платья и воловьихъ волосъ. Кромѣ того, изъ опытовъ Георги оказалось, что многія другія органическія вещества, какъ напр.: отруби, мука, крупа, рисъ, горохъ, бобы, кофе, древесныя стружки, поджаренныя и еще теплыми увязанныя въ полотно, скоро нагрѣваются и воспламеняются ¹⁾. Весьма замѣчательно, что эти опыты Георги вызваны были по приказанію Императрицы Екатерины II, гениальный умъ которой какъ бы заранѣе указалъ на то, что не во всѣхъ случаяхъ пожаръ слѣдуетъ приписать

¹⁾ Gehler's phys. Wörterbuch, T. X, pgg. 249—250.

неосторожному обхожденію съ огнемъ или же поджогу, Въ ночь съ 20 на 21 апрѣля 1781 г., на фрегатѣ „Марія“, стоящемъ на якорѣ въ Кронштадтскомъ портѣ, произошелъ пожаръ, который впрочемъ скоро былъ потушенъ. Командѣ фрегата угрожало весьма строгое разслѣдованіе о причинѣ пожара, но, къ счастію, Императрица сама указала, въ чемъ и гдѣ надлежало искать причину онаго. На донесеніе Графа Чернышева послѣдоваль приказъ, въ которомъ значится, что изъ донесенія усматривается, что въ каютѣ фрегата „Марія“, гдѣ произошелъ пожаръ, находилось нѣсколько коекъ, въ которыхъ увязана была пропитанная масломъ сажа, предназначенная для окраски. При этомъ случаѣ Ея Величеству вспомнилось, что причина пожара, имѣвшаго мѣсто въ прошломъ году, также усмотрѣна была въ пенькѣ, пропитанной жиромъ, и что по этой причинѣ на это обстоятельство при предстоящемъ разслѣдованіи надлежитъ обращать особенное вниманіе 1).

Множество пожаровъ, ежегодно случающихся на англійскихъ судахъ, нагруженныхъ каменнымъ углемъ, притомъ преимущественно на судахъ, совершающихъ свои рейсы изъ Англіи въ Австралію или западный берегъ Южной Америки (вокругъ мыса Горна), и громадныя происходящія отсюда убытки не могли наконецъ не обратить вниманія англійскаго правительства. Въ 1875 г. составлена была особенная комиссія для изслѣдованія само-

1) Bohlen, *Ueber Selbstentzündung organischer Substanzen*. Dingler Polyt. Journ. Bd. CXXXIV, pgg. 65, 66.

возгаранія угля на судахъ („The Royal Commission appointed to inquire into the Spontaneous Combustion of Coal in Ships“). Комиссія представила парламенту въ 1876 г. результаты своихъ изслѣдованій и множество статистическихъ данныхъ. Къ этой работѣ мы неоднократно будемъ имѣть случай возвратиться.

I. Самовозгараніе каменнаго угля.

Изъ всѣхъ самовозгарающихся веществъ, каменный уголь обратилъ на себя особенное вниманіе, по причинѣ громадныхъ убытковъ, почти ежегодно претерпѣваемыхъ владѣльцами угольныхъ складовъ, а также угольныхъ транспортовъ, отправляемыхъ на судахъ нерѣдко въ весьма отдаленныя страны. По мѣрѣ распространенія паровыхъ машинъ, паровозовъ и пароходовъ, требующихъ громаднаго количества топлива (большею частію каменнаго угля), пожары, несомнѣнно происшедшіе отъ самовозгаранія угля, стали все чаще и чаще повторяться. Это обратило на себя особенное вниманіе какъ теоретиковъ, такъ и практиковъ; начали подробно описывать каждый такой пожаръ, стали обращать вниманіе на сопровождавшія его обстоятельства, стали придумывать средства, какъ бы предотвратить подобное бѣдствіе. Но послѣднее достигнетъ своей цѣли лишь тогда, когда изслѣдованы будутъ истинныя *причины* самаго явленія, когда теорія въ состояніи будетъ впередъ указывать на условія при коихъ самовозгараніе можетъ имѣть мѣсто и когда опытъ дѣйствительно подтвердитъ указанія теоріи. Въ недавнее, сравнительно,

время появилось нѣсколько объясненій самовозгаранія каменнаго угля, объясненія, основанныя на физическихъ и химическихъ свойствахъ онаго, на поглощеніи углемъ газовъ и на постороннихъ, всегда почти содержащихся внутри его веществахъ.

Прежде чѣмъ изложить эти теоріи и показать степень ихъ основательности, мы нужнымъ считаемъ изложить факты, изъ коихъ видно было бы, при какихъ условіяхъ каждый разъ происходило самовозгараніе и какія усматривались сопровождавшія его обстоятельства. Изъ множества лежащихъ предъ нами фактовъ, мы изберемъ наиболѣе характерные и такіе, которые особенно тщательно были изслѣдованы.

Самовозгараніе каменнаго угля имѣетъ мѣсто какъ въ угольныхъ складахъ, такъ и на судахъ, нагруженныхъ углемъ. На послѣднихъ пожары случаются чаще. Въ угольныхъ складахъ (на сушѣ и на судахъ) самовозгаранію способствуетъ: 1) высота кучи, такъ какъ вслѣдствіе давленія вышнихъ угольныхъ слоевъ на низшіе, куски угля раздробляются на мелкія части, а это облегчаетъ доступъ къ нимъ кислорода воздуха; съ другой стороны, благодаря значительной массѣ угля, теплота, развившаяся въ низшихъ и внутреннихъ его слояхъ, по причинѣ дурной его теплопроводности, менѣе теряется чрезъ лучеиспусканіе, а потому температура, повышаясь болѣе и болѣе, можетъ наконецъ достигнуть температуры горѣнія. 2) Влажность какъ самого угля при кладкѣ его, такъ и воздуха, также оказываетъ не малое вліяніе, какъ то увидимъ ниже; влага, какъ по химическому своему составу

(водородъ и кислородъ), такъ и по поглощаемымъ ею изъ атмосферы газамъ, даетъ пищу горѣнію; 3) Чѣмъ выше температура воздуха, тѣмъ охлажденіе меньше и тѣмъ больше вѣроятности, что происшедшее внутри угольной массы повышеніе температуры не уменьшится, а, напротивъ, увеличится. 4) Много способствуетъ самовозгаранію весьма часто содержащійся въ каменномъ углѣ желѣзный колчеданъ (сѣрнистое желѣзо). Мы будемъ имѣть много случаевъ убѣдиться въ послѣднемъ, а равно и въ томъ, что, при равныхъ прочихъ обстоятельствахъ, воспламеняемость разныхъ сортовъ каменнаго угля зависитъ отъ количества этой содержимой ими примѣси. 5) На судахъ, нагруженныхъ углемъ и отправляемыхъ изъ Европы въ Америку или Азію, а потому во время продолжительнаго своего пути подвергающихся какъ тропическимъ жарамъ, такъ и сильнымъ бурямъ и ливнямъ, при которыхъ каменный уголь подвергается раздробленію вслѣдствіе качки, а также сырости и высокой температурѣ, вышесказанныя условія наиболѣе имѣютъ мѣсто, а потому, *a priori*, можно предсказать, что самовозгараніе угля на судахъ должно случаться чаще, чѣмъ на сушѣ.

Посмотримъ теперь, въ какой мѣрѣ факты оправдываютъ сказанное:

а) Самовозгараніе въ угольныхъ складахъ.

Самое раннее упоминаніе о пожарѣ въ угольномъ складѣ мы находимъ въ Запискахъ Французской Академіи Наукъ, которой *Duhamel* въ 1757 г. донесъ о большомъ пожарѣ, случившемся въ Брестѣ,

„гдѣ большой складъ угля загорѣлся при доступѣ воздуха“. Отто въ своемъ учебникѣ Химіи упоминаетъ о видѣнномъ имъ самимъ сгараніи всего угольнаго склада на сахарномъ заводѣ въ Брауншвейгѣ: „уголь самъ воспламенился вслѣдствіе значительнаго *содержанія въ немъ быстро окисляющихся веществъ*“ ¹⁾. Подробныя описанія подобныхъ пожаровъ мы имѣемъ лишь за весьма недавнее время. Въ началѣ семидесятыхъ годовъ на извѣстномъ Путиловскомъ литейномъ заводѣ, близъ С.-Петербурга, загорѣлась внутри огромная (въ нѣсколько тысячъ пудовъ) куча сваленнаго близъ завода каменнаго угля. Тушеніе огня сопряжено было съ большими затрудненіями, потому что пришлось разрывать уголь *на нѣсколько сажень въ глубину* кучи, чтобы добраться до гнѣзда пожара, которое и было найдено *въ самомъ низу*. О причинѣ этого пожара сложилось убѣжденіе, будто онъ произошелъ отъ горѣнія торфа, между тѣмъ какъ подъ кучей торфа совсѣмъ не было, а уголь загорѣлся самъ собою, причемъ воспламененію не мало способствовало скопленіе въ кучѣ угольной пыли ²⁾.

Лѣтомъ и осенью 1890 года въ разныхъ мѣстахъ Германіи происходятъ пожары отъ самовозгаранія угольныхъ кучъ; число этихъ пожаровъ въ означенномъ году достигаетъ 21. Объясняется это, по мнѣнію *Häpke*, не только частыми случавшимися

¹⁾ Dr. L. Häpke, *die Selbstentzündung besonders von Schiffsladungen, Baumwolle und anderen Faserstoffen, Steinkohlen, Heuhaufen und Tabak, sowie deren Verhütung*, Bremen, 1893, pg. 33.

²⁾ *Пожарная книга*, Спб. 1875, стр. 260. Авторъ приписываетъ самовозгараніе сгущенію кислорода въ скважистой массѣ угля.

тогда въ Германіи дождями, но и громадностію самых угольныхъ складовъ. Вслѣдствіе угрожавшей тогда забастовки рабочихъ, фабрики, желѣзныя дороги, газовые заводы и др. спѣшили запастись громаднымъ количествомъ каменнаго угля; уголь этотъ, *еще сырой*, сложенъ былъ въ *высокія кучи*, вслѣдствіе чего естественно уголь въ низшихъ слояхъ раздроблялся и превращался въ порошокъ. Упомянемъ лишь о болѣе характерныхъ пожарахъ:

1) На газовомъ заводѣ въ Майнцѣ изъ угольной кучи (27,000 центнеровъ) (Saar—und Ruhrkohle) угля, 5 августа 1890 г. повалилъ легкій, едва замѣтный дымъ. Немедленно приступлено было къ разгреба-нію кучи и работа продолжалась день и ночь. Спустя трое сутокъ рабочіе наткнулись на раскаленный уголь, затѣмъ то же самое найдено было и въ другихъ пунктахъ, такъ что тушеніе продолжалось вплоть до 12 августа. Самовозгараніе должно быть приписано значительному содержанію *сѣрнаго колчедана* въ *Ruhrkohle*, *влажная же погода* не мало способствовала его раздробленію и окисленію. Слѣдуетъ замѣтить, что на томъ же заводѣ въ продолженіе 36 лѣтъ никогда не замѣчалось самовозгаранія Саарбрюкского угля, а это именно потому, что послѣдній большею частію попадаетъ большими кусками, притомъ же содержитъ гораздо менѣе сѣрнаго колчедана, чѣмъ Рурскій уголь.

2) На одномъ угольномъ складѣ въ южной Германіи 29 августа того же года вспыхнулъ пожаръ, коему предшествовало постепенное нагрѣваніе угольной массы, вслѣдствіе чего за 3 дня прежде рабочіе начали разгребать угольныя кучи; когда же 29 ав-

густа при участіи 20 работниковъ дѣло пошло скорѣе, то, вслѣдствіе доступа воздуха къ углю, показалось пламя. Послѣ того, какъ на слѣдующій день увезены были 16 вагоновъ съ мѣста пожара и опасность казалась устраненною, *вновь загорѣлось 1-го сентября* и только свозка 60 вагоновъ угля окончательно прекратила пожаръ. Замѣтимъ, что по изслѣдованіямъ *Hargreaves*'а, каменный уголь способенъ вновь возгорѣться даже спустя 36 часовъ послѣ тушенія.

3) 6 декабря загорѣлся угольный складъ (45,390 центнеровъ); четыре дня сряду уголь горѣлъ медленно и обратился въ коксъ. Угольная куча имѣла *4 метра* въ вышину.

4) Въ половинѣ декабря въ другомъ мѣстѣ загорѣлся уголь, хотя безъ пламени. Въ угольной кучѣ устроены были *каналы для вентиляции*.

Большинство означенныхъ пожаровъ случилось въ лѣтніе мѣсяцы 1890 года (въ іюль 9, въ августѣ 7); на сентябрь и октябрь приходится лишь по одному пожару. Въ теченіе 1891 года въ Германіи случилось 11, а въ 1892 г. 7 случаевъ пожаровъ, вслѣдствіе самовозгаранія каменного угля. Въ настоящее время страховыя общества въ Германіи принимаютъ на страхъ лишь тѣ угольные склады, гдѣ высота кучъ не превосходитъ $2\frac{1}{2}$ метровъ. Угольные кучи, ничѣмъ не защищенныя, не только болѣе сырѣютъ, а поэтому болѣе подвержены самовозгаранію; но по изслѣдованіямъ Бременскаго общества газоваго освѣщенія оказывается, что подобныя кучи доставляютъ на 7% менѣе свѣтильнаго газа, чѣмъ уголь

БИБЛИОТЕКА
ИМПЕРАТОРСКАГО
МОСКОВСКАГО
ТЕХНИЧЕСКАГО УЧИЛИЩА

въ закрытой кучѣ ¹⁾). По опытамъ *Grundmann*'а оказывается, что если уголь долгое время сложенъ былъ въ кучи на открытомъ воздухѣ, то удѣльный вѣсъ его не измѣнялся; содержаніе гигроскопической воды нѣсколько увеличивался; послѣ 9 мѣсяцевъ потеря углерода оказалась = 58%. Образовалось много газовъ, причемъ убыль углерода превосходила убыль водорода. Уголь въ большихъ кускахъ вывѣтривался менѣе, чѣмъ мелкій. Возвышеніе температуры и увеличеніе атмосферныхъ осадковъ способствовало вывѣтриванію. Многочисленные опыты *Varrentrapp* также показали, что въ теченіе 9 мѣсяцевъ уголь можетъ потерять 50% вслѣдствіе образованія угольной кислоты ²⁾). Бурый уголь, содержащій много сѣрнаго колчедана, весьма подверженъ самовозгаранію, въ особенности, если онъ въ малыхъ кускахъ. Вообще же чѣмъ уголь тоще и мельче, тѣмъ опасность больше; жирный же уголь, представляющій порамъ меньшій доступъ воздуха, менѣе подверженъ самовозгаранію. Въ тропическихъ странахъ опасность самовозгаранія каменнаго угля увеличивается. Въ Iquique (Чили) загорѣлся сырой уголь, ничѣмъ не покрытый, между тѣмъ какъ въ сосѣдствѣ уголь сухой, защищенный крышею, не показывалъ ни малѣйшаго возвышенія температуры. Но и крыша не предохраняетъ угля отъ самовозгаранія, буде онъ содержитъ сѣрный колчеданъ и

¹⁾ Häpke, l. c. pgg. 33—37.

²⁾ *Zeitschr. für das Berg-Hütten- und Salinenwesen im preussischen Staate*, B. IX и X; *Dingler*, Bd. 175, pg. 156—158. Въ 1865 г. *Varrentrapp* предпринялъ снова рядъ опытовъ, подтвердившихъ прежніе. *Dingler*, Bd. 178, pgg. 379—383.

насыпанъ большою кучею: подобная куча загорѣлась въ Рангунѣ и жаръ былъ столь великъ, что 8 столбовъ, поддерживавшихъ крышу, частью сгорѣли, частью же обуглились, хотя они сдѣланы были изъ крайне плотнаго дерева (Eisenholz) ¹⁾.

Мы уже сказали, что нѣкоторые сорта каменнаго угля особенно подвержены самовозгаранію. Печальную знаменитость пріобрѣлъ въ этомъ отношеніи уголь, добываемый въ Англіи, въ Валлійскомъ герцогствѣ, именно въ рудникѣ *Garn-Goch*, откуда на корабляхъ вывозится громадное количество каменнаго угля ²⁾.

b) Самовозгараніе угля въ судахъ.

Пожары, часто случавшіеся на нагруженныхъ углемъ корабляхъ, вѣроятно приписывали неосторожности пассажировъ, потому что лишь съ 1874 г. мы имѣемъ извѣстіе, что близъ Парижа, на Сенѣ, въ лодкѣ, нагруженной углемъ, произошелъ пожаръ, вслѣдствіе самовозгаранія угля, *отсыръвшаго* вслѣдствіе плохаго состоянія трюма ³⁾. Въ томъ же году нѣмецкій корабль „Vorwärts“ спасъ 17 пассажировъ, находившихся на нагруженномъ углемъ англійскомъ суднѣ; *близъ мыса Горна* уголь воспламенился. Въ 1872, 1878 и 1888 годахъ насчитываютъ четыре пожара на судахъ близъ мыса Горна, а равно на трехъ баркахъ, нагруженныхъ углемъ близъ Фальк-

¹⁾ *Elsner*, l. c. pg. 250; *Häpke*, pg. 37.

²⁾ *Döring*, *Feuer im Schiff, Selbstentzündung von Steinkohlenladungen und Kohlengas-Explosionen und Mittel zu deren Verhütung*, Hamburg, 1888, pg. 14.

³⁾ *Elsner*, l. c. pg. 230.

ландскихъ острововъ — всѣ четыре случая отъ самовозгаранія. Въ *Nautical Almanac* за 1885 и 1886 г. находимъ 9 такихъ же пожаровъ, происшедшихъ на судахъ частію у самаго мыса Горна, частію же близъ *Valparaiso* и *San-Francisco*.

Въ какой мѣрѣ сильная качка корабля, способствующая размельченію угля, а также и тому, что въ трюмъ легко можетъ проникнуть вода и смочить уголь, видно изъ рапорта капитана, перевозившаго на кораблѣ „Erwin“ 1,700 тоннъ угля. Послѣдній добытъ былъ въ *North-Wales*, былъ довольно сухъ, пролежалъ цѣлый мѣсяцъ въ Ливерпульѣ и нагруженъ былъ на судно при хорошей погодѣ. Капитанъ не замѣчалъ въ кускахъ угля пятенъ бронзоваго цвѣта, равно и не усмотрѣлъ, чтобы уголь легко распадался на мелкіе куски. Изъ Ливерпуля судно отправилось 25 мая 1888 г., благополучно достигло мыса Горна, гдѣ настала дурная погода; люки, сначала открытые, были закрыты. 23 іюля почувствовали особаго рода запахъ, но возвышенія температуры угля, не смотря на тщательный обыскъ, не замѣтили. Когда же на слѣдующую затѣмъ ночь въ каюту повалилъ дымъ, то люки открыли и усилившійся дымъ указалъ на несомнѣнное горѣніе угля, вслѣдствіе чего судно направлено было къ Огненной Землѣ. Бременскій морской департаментъ (*Seeamt Bremerhafen*) на основаніи донесенія капитана *Kühlken* далъ слѣдующее заключеніе: „Не подлежитъ сомнѣнію, что пожаръ на „Erwin“ произошелъ отъ самовозгаранія угля, хотя нагрузка его имѣла мѣсто въ хорошую погоду и при прочихъ благопріятныхъ обстоятельствахъ,

а также невѣроятно, чтобы этотъ сортъ угля былъ въ особенности подверженъ самовозгаранію. Вѣроятно причину послѣдняго слѣдуетъ приписать дурной погодѣ, бывшей съ 5 по 20 іюля, причемъ качка была сильная (*das Schiff arbeitete schwer*). Вслѣдствіе этого куски угля размельчались и ударялись другъ о друга; возможно также, что немного воды проникло въ трюмъ и смочило уголь. Поэтому весьма желательно, чтобы въ нагруженныхъ углемъ судахъ чрезъ правильные промежутки времени производились термометрическія наблюденія, такъ какъ при замѣченномъ возвышеніи температуры всегда имѣется возможность отвести корабль въ безопасную гавань“ 1).

Не станемъ утомлять читателей перечисленіемъ другихъ подобныхъ случаевъ пожаровъ на судахъ, *нагруженныхъ углемъ и назначенныхъ въ дальнее плаваніе*. Иные корабли, по крайней мѣрѣ, достигли гавани и ихъ пассажиры были спасены, перенесши страшные часы при сознаніи, что находятся сверху пылающаго очага; другіе же корабли погибли безвозвратно и безъ вѣсти, хотя вѣроятно и они сдѣлались жертвами самовозгаранія угля. Въ промежуткѣ 1885 — 1887 гг. Döring насчитываетъ 10 случаевъ пожара на нагруженныхъ углемъ корабляхъ и 13 случаевъ пропажи безъ вѣсти (хотя списокъ далеко не полонъ) 2), Съ 1888 по 1893 г. Härke насчитываетъ 11 сожженныхъ кораблей, 5 спасшихся въ гаваняхъ и 10 пропавшихъ безъ

1) Döring, l. c. pgg 7—10

2) Ibid. pgg 12—14.

вѣсти. Изъ этого числа 15 кораблей направлялись на западный берегъ Америки, а 3—въ инныя тропическія страны; одно судно сгорѣло у береговъ Норвегіи, другое близъ Франціи, третье у береговъ Ирландіи; два корабля погибли отъ взрыва газа; одно отъ негашеной извести, на которую попала вода; одно судно погибло безъ вѣсти въ Нѣмецкомъ морѣ. Англійская коммиссія, собравшаяся въ 1875 г. по порученію департамента торговли (Board of Trade), старалась всесторонне изслѣдовать причины самовозгаранія угля и найти средства для устраненія или, по крайней мѣрѣ, для уменьшенія этого бѣдствія. О результатахъ этого обсужденія мы будемъ имѣть случай говорить ниже, а пока помѣстимъ здѣсь таблицу случаевъ самовозгаранія на англійскихъ судахъ, составленную помощникомъ секретаря Board of Trade, Томасомъ Грей 1).

Касательно случаевъ самовозгаранія угля на судахъ, коммиссія замѣчаетъ: „Въ 1874 году изъ 31,100 нагрузокъ угля, 1,181 пришлась на дальныя путешествія; въ числѣ послѣднихъ 4⁰/₁₀₀ пострадали отъ самовозгаранія, всего 51 разъ, причемъ погибло 70 кораблей. Изъ числа этихъ 70 кораблей, лишь 10 направлялись въ европейскія гавани и нагружены были 10¹/₂ милл. тонновъ угля, между тѣмъ какъ остальные 60 судовъ, имѣвшихъ лишь 2,8 милліоновъ тоннъ на борту, назначались въ дальнія плаванія въ Азію, Америку и Африку“.

Число тоннъ груза всѣхъ судовъ (всѣхъ націй),

1) T. Rowan, *Spontaneous combustion and explosions occurring in Coal Cargoes*. London 1882.

Случаи самовозгаранія угля на англійскихъ корабляхъ.								
Г о д ы.	Количество тоннъ угля.	Число случа- евъ самовоз- гаранія.			Отношеніе числа слу- чаевъ къ 250,000 тон- намъ угля.			Число всѣхъ извѣст- ныхъ случаевъ само- возгаранія.
		ПАРОХ.	ПАРУС.	ВСЕГО.	ПАРОХ.	ПАРУС.	ВСЕГО.	
1871	23,511,278	—	5	5	—	0,053	0,053	5
1872	23,354,352	—	8	8	—	0,086	0,086	9
1873	23,115,001	—	14	14	—	0,151	0,151	15
1874	23,536,429	—	25	25	—	0,266	0,266	29
1875	24,674,871	—	15	15	—	0,152	0,152	18
1876	26,677,483	1	18	19	0,009	0,169	0,173	23
1877	25,830,050	1	13	14	0,009	0,126	0,135	17
1878	26,046,673	3	6	9	0,029	0,058	0,087	13
1879	27,773,999	3	3	6	0,027	0,027	0,054	9
1880	29,650,695	1	9	10	0,008	0,076	0,084	14

погибшихъ вслѣдствіе кораблекрушенія или отъ другихъ причинъ, за послѣдніе годы относительно пароходовъ почти не измѣнилось—среднимъ числомъ 180,000 тоннъ. Для парусныхъ же судовъ число это за послѣднее время значительно увеличилось: въ 1891 г. оно равнялось 480,000 т., въ 1892 же году—634,000 тоннъ. Если относительно парусныхъ судовъ примемъ число пожаровъ вслѣдствіе самовозгаранія угля и отъ взрывовъ лишь 4⁰/₀, то для 1892 года уже получится свыше 25,000 тоннъ ¹⁾).

II. Причины самовозгаранія угля.

Ознакомившись съ фактами, намъ нужно знать причины самаго явленія. Мы изложили объясненія

¹⁾ Нәрке, l. с. pgg 12, 28.

причинъ, то-есть мнѣнія касательно самовозгаранія угля въ хронологической ихъ послѣдовательности:

1) Мнѣніе Либиха.

Въ 1866 году одна мореходная компанія (Vege-sacker Seeschiffer—Gesellschaft) обратилась къ Либиху, прося его заключенія о причинахъ самовозгоранія угля. Знаменитый химикъ не замедлилъ отвѣтомъ, который приводимъ дословно:

„Изъ всѣхъ имѣющихся наблюденій ясно оказывается, что самовозгараніе угля зависитъ отъ содержамаго имъ *сѣрнистаго желѣза* (Schwefeleisen), вкропленнаго въ угольную массу, а также что вода и воздухъ ближайшимъ образомъ обуславливаютъ сказанное явленіе. Такимъ образомъ средства къ предупрежденію самовозгаранія представляются сами собою. Поливаніе угля морскою или же прѣсною водою, а равно и *вентиляція* всегда вредны (durchaus nachtheilig) и должны быть избѣгаемы. Прежде всего надлежитъ обращать вниманіе на выборъ угля: есть уголь, содержащій много или мало сѣрнистаго желѣза; но даже между углемъ, содержащимъ его мало, попадаютъ куски съ огромнымъ количествомъ этой примѣси, которую легко узнать по многочисленнымъ желтымъ, металлическимъ точкамъ, видимымъ простымъ глазомъ и проникающимъ всю массу. Такіе куски часто попадаютъ въ *рейнскомъ уголь*, менѣе въ англійскомъ, а всего рѣже въ антрацитѣ. Уголь, содержащій сѣрнистое желѣзо, по возможности не долженъ быть допущенъ на пароходахъ; но такъ какъ эта примѣсь почти постоянно встрѣчается въ обыкновенно

употребляемыхъ сортахъ угля, то поэтому надлежитъ строго наблюдать, чтобы уголь никогда не грузился на суда въ сыромъ видѣ или въ дождливое время. Повторяю: до сего времени самовозгараніе безъ присутствія воды (сырости или *сырого помѣщенія*) никогда наблюдаемо не было. Если бы было возможно совершенно устранять доступъ воздуха, то это было бы самымъ вѣрнымъ средствомъ противъ самовозгаранія; но это оказывается невозможнымъ. Тѣмъ не менѣе многое можетъ быть сдѣлано въ этомъ отношеніи, если, при нагруженіи угля на суда мы лежащіе другъ на другѣ слои покроемъ каменно-угольнымъ дегтемъ, такъ, чтобы куски угля покрылись тонкимъ слоемъ этого дегтя, предохраняющаго отъ доступа воздуха и воды. *Уголь въ большихъ кускахъ гораздо меньше опасенъ, чѣмъ въ малыхъ кускахъ, представляющихъ большую поверхность воздуху и водѣ*; по этой же причинѣ слѣдуетъ избѣгать тѣхъ сортовъ угля, которые на воздухѣ сами собою легко распадаются на куски. Цѣль моего сообщенія — обращать вниманіе капитановъ кораблей на обстоятельства, способствующія самовозгаранію; особыхъ же рецептовъ для предотвращения каждаго отдѣльнаго случая не имѣется“.

Весьма замѣчательно это мнѣніе, высказанное великимъ химикомъ за четверть вѣка тому назадъ: въ ономъ указывается на вредъ отъ вентиляціи угольныхъ складовъ, указывается также на роль при явленіи самовозгаранія воздуха, воды и желѣзнаго колчедана, въ особенности послѣдняго. Мы ниже увидимъ, что въ этомъ отношеніи новѣйшія наблюденія и опыты въ полной мѣрѣ подтвержда-

ють мнѣніе Либиха. Замѣтимъ еще, что онъ уголь, добываемый въ Рейнской провинціи, касательно содержанія колчедана, считаетъ опаснѣе англійскаго. Вѣроятно Либихъ имѣлъ въ виду уголь, добываемый въ восточной части Великобританіи, а не въ графствѣ Валлійскомъ.

2) Изслѣдованія Рихтерса ¹⁾.

Изслѣдованія эти имѣютъ главнымъ предметомъ — поглощеніе газовъ углемъ и происходящія вслѣдствіе этого химическія соединенія, могущія обусловливать самовозгараніе. Главную роль, по мнѣнію Рихтерса, *тутъ играетъ поглощеніе углемъ кислорода воздуха*. Это извѣстно было до Рихтерса, такъ какъ еще прежнія изслѣдованія показали, что уголь, долго лежавшій на воздухѣ, содержитъ въ порѣхъ своихъ болѣе кислорода; количество же содержащихся въ немъ водорода и угольной кислоты уменьшается. Еще въ 1865 г. *Смитъ* дѣлалъ опыты надъ поглощеніемъ газовъ углемъ; оказалось, что изъ смѣси азота и кислорода или же водорода и кислорода, уголь сперва поглощаетъ кислородъ; но поглощеніе это имѣетъ предѣлъ. Притомъ же кислорода нельзя изгнать изъ угля нагрѣваніемъ или погруженіемъ его въ кипятокъ: вмѣсто кислорода тогда изъ угля освобождается угольная кислота. Животный уголь этимъ свойствомъ поглощенія об-

¹⁾ Richters, *Über die Veränderungen, welche die Steinkohlen beim Lagern an der Luft erleiden*, Dingl. Polyt. Journ. Bd. 195, pgg. 315—331, 449—458; Bd. 196, pgg. 317—335, а также въ *Jahresbericht über die Fortschritte der chem. Technol., von R. agner*, 1870, pg 758.

ладаетъ въ бѣльшей степени, нежели уголь древесный, вѣроятно вслѣдствіе бѣльшей своей скважности. По опытамъ Смита оказалось, что древесный уголь поглощаетъ кислородъ цѣлый мѣсяцъ, угольную же кислоту—лишь нѣсколько дней, а водородъ еще болѣе короткое время. Смитъ полагаетъ, что поглощеніе кислорода прекращается лишь тогда, когда изъ угля начинаетъ освобождаться угольная кислота 1).

Опыты Рихтерса начались въ 1868 г. 2). Онъ доказалъ, что каменный уголь, обращенный въ порошокъ, при нагрѣваніи до 180° — 200° С., поглощаетъ кислородъ и выдѣляетъ углекислоту и воду, притомъ выдѣленіе менѣе значительно, чѣмъ поглощеніе, вслѣдствіе чего оказывается увеличеніе вѣса угля: послѣ 72-часоваго нагрѣванія вѣсъ увеличился на 8,45%. Эти опыты, подтвержденные и дополненные Гиндрихсомъ, по мнѣнію Рихтерса, доказываютъ, что мы имѣемъ дѣло съ окисленіемъ, а не съ простымъ поглощеніемъ 3). Послѣ этого Рихтерсъ желалъ убѣдиться, имѣетъ ли этотъ процессъ окисленія угля мѣсто и при обыкновенной температурѣ, хотя въ болѣе продолжительное время, а потому менѣе замѣтенъ. Съ этой цѣлью онъ предпринялъ рядъ опытовъ съ различными сортами угля, заключеннаго въ трубки, которая наполнялась то сухимъ, то влажнымъ воздухомъ, при днев-

1) Smith, *Ueber die Absorption von Gasen durch Kohle*, Liebig's Annalen, Supplementband II, 262.

2) Dingl. Polyt. Journ. Bd. 190, pg 398.

3) Richters, *Beitrage zur Kenntniss des Verhaltens der Kohle zum Sauerstoff*, Dingl. Polyt. Journ. Bd. 193, pgg 51—61.

номъ свѣтъ и въ темнотѣ (покрывая стеклянную трубку черной бумагой). Оказалось, что и при обыкновенной температурѣ (17° — 20° С.), при сухомъ или же влажномъ воздухѣ, при солнечномъ свѣтѣ или же въ темнотѣ, каменно-угольный порошокъ поглощалъ кислородъ, причемъ выдѣленія углекислоты не замѣчалось. При сухомъ воздухѣ, уголь поглотилъ 95% количества кислорода, содержащагося въ наполнявшемъ трубку воздухѣ; въ воздухѣ же, насыщенномъ влажностью, поглощеніе кислорода = $65,4\%$. Должно замѣтить, что поглощеніе это нельзя приписать желѣзному колчедану (FeS_2), содержащемуся въ углѣ, во-первыхъ, потому, что количество онаго было крайне незначительно ($0,31$ — $0,42\%$), а во-вторыхъ потому, что колчеданъ въ сухомъ воздухѣ химически вовсе не измѣняется. Подобно каменному углю, уголь древесный также обладаетъ *раскисляющимъ свойствомъ*, причемъ часть кислорода входитъ въ составъ угля и увеличиваетъ его вѣсъ.

Мы видѣли выше, что при нагрѣваніи каменнаго угля (въ порошокѣ) до 180° — 200° С, кислородъ поглощается въ бѣльшей мѣрѣ, чѣмъ происходитъ окисленіе углерода и водорода; послѣ же нѣкотораго времени поглощеніе кислорода прекращается. Рихтерсъ указываетъ на отношеніе, существующее между водородомъ, содержащимся внутри угля и поглощаемымъ кислородомъ: количество обоихъ газовъ приблизительно таковое же, какъ въ водѣ, а это указываетъ, во-первыхъ, на различную окисляемость углерода каменнаго угля, а, во-вторыхъ, что должно существовать опредѣленное отношеніе

между количеством поглощаемого углемъ кислорода и количеством содержащагося внутри его свободного водорода (disponibler Wasserstoff), такъ какъ вмѣстѣ съ исчезаніемъ послѣдняго поглощеніе кислорода прекращается. Первое заключеніе нѣсколько говоритъ въ пользу гипотезы, высказанной нѣкоторыми химиками, по которой углеродъ въ каменномъ углѣ находится въ двухъ разныхъ видахъ или, другими словами, каменный уголь есть смѣсь углерода съ другимъ еще не довольно точно изслѣдованнымъ веществомъ, составленнымъ изъ углерода, водорода, кислорода и азота, обыкновенно называемымъ горной смолой (bitumen). Поэтому освобождающаяся при нагрѣваніи каменнаго угля сначала въ изобиліи угольная кислота происходитъ отъ окисленія находящагося въ bitumen углерода; прекращеніе же освобожденія углекислоты обуславливается болѣе трудной окисляемостью остального углерода¹⁾. Что же касается содержанія внутри угля свободного водорода, то это не можетъ подлежать сомнѣнію. Еще Соссюръ замѣтилъ, что сухое дубовое дерево превращаетъ кислородъ въ угольную кислоту *безъ уменьшенія объема* и тоже доказалъ Либихъ относительно дерева, смоченнаго водою. Флекъ, основываясь на многочисленныхъ своихъ опытахъ,

1) По мнѣнію *Mussprath'a*, химическое соединеніе угля съ кислородомъ слѣдуетъ представить себѣ такимъ образомъ: О съ Н угля соединяются въ Hydroxyl и въ видѣ химически-образовавшейся воды находятъ себѣ мѣсто внутри угля; равнымъ образомъ Н, поглощенный углемъ, также превращается въ Hydroxyl и образуетъ воду, также соединяющуюся съ углемъ. При этомъ соединеніи и образованіи Hydroxyl'я освобождаются 45290 единицъ теплоты. (*Mussprath, Chemie, 4-te Aufl. 1893, Bd IV, pgg. 542—543*).

доказалъ, что въ деревѣ, равно и въ ископаемыхъ торючихъ веществахъ, количество содержамаго водорода *большее*, чѣмъ потребное для соединенія онаго съ кислородомъ и азотомъ, а потому это количество водорода находится въ свободномъ состояніи¹⁾. Нѣсколько анализовъ показали слѣд. содержаніе газовъ въ шести разныхъ образцахъ англійскаго каменнаго угля: водорода—отъ 9,85 до 2,84%, кислорода отъ 55,67 до 1,74% и свободного водорода (Disposable Hydrogen)—отъ 4,09 до 2,63%. Наибольшее количество кислорода и водорода оказалось въ торфѣ, наименьшее—въ лигнитѣ²⁾.

Основываясь на изслѣдованіяхъ своихъ и другихъ, Рихтерсъ приходитъ къ слѣд. заключеніямъ:

1) Свойство каменнаго угля поглощать кислородъ при слабомъ нагрѣваніи (190°C) существенно зависитъ отъ содержащагося въ немъ свободного водорода; сначала окисляется этотъ водородъ и нѣкоторая часть углерода, причемъ образуется вода, а другая часть кислорода входитъ въ составъ угля.

2) Углеродъ угля при темп. около 190°C имѣетъ различное сродство къ кислороду; между тѣмъ какъ меньшая его часть (5—6%) переходитъ въ углекислоту, остальная часть при означенной температурѣ оказываетъ весьма слабое сродство къ кислороду или же вовсе никакого.

Хотя оба эти заключенія относятся къ высшей температурѣ; но, по мнѣнію Рихтерса, не можетъ подлежать сомнѣнію, что они справедливы и для обык-

¹⁾ Н. Fleck, *Untersuchungen oberschlesischer Steinkohlen*, Dingl-Polyt. Journ, Bd. 195, pg. 431.

²⁾ Rowan, l. c. pg. 2.

новенной температуры. Что касается до самого поглощенія кислорода углемъ (механическимъ и химическимъ путемъ), то поглощеніе это, въ особенности въ началѣ, увеличивается съ увеличеніемъ поверхности, между тѣмъ какъ поглощеніе влажности вообще отъ этого не зависитъ: иногда большіе, твердые куски каменнаго угля поглощаютъ втрое болѣе воды, чѣмъ очень хрупкій уголь и въ малыхъ кускахъ. Свѣже-добытый каменный уголь поглощаетъ кислородъ гораздо сильнѣе и быстрѣе, чѣмъ уголь залежавшійся; съ теченіемъ же времени способность поглощенія уменьшается, хотя никогда не прекращается. Хотя каменный уголь сильно поглощаетъ и угольную кислоту, но втрое меньше, чѣмъ кислородъ. Обыкновенно полагаютъ, говорить Рихтерсъ, что большіе куски угля (*Stückkohlen*) менѣе подвержены разложенію, чѣмъ мелкіе куски (*Kleinkohlen*) и приписываютъ это бóльшей поверхности послѣднихъ, а слѣд. и ускоренному процессу окисленія. Но это мнѣніе неосновательно: мелкіе куски угля не поглощаютъ кислорода въ бóльшемъ количествѣ, но лишь скорѣе, поэтому скорѣе нагрѣваются и разлагаются. По изслѣдованіямъ *Marsilly*, каменный уголь, начиная съ 50°С испускаетъ газы; испусканіе постепенно увеличивается до 330° и вѣроятно до той температуры, при которой начинается разложеніе угля. Замѣчательно, что уголь, извлеченный изъ шахтъ, часто подверженныхъ взрывамъ, всегда и почти исключительно освобождаетъ углеводородъ, между тѣмъ какъ извлеченный изъ другихъ шахтъ не показываетъ

даже слѣда этого газа, а главнымъ образомъ освобождаетъ азотъ и угольную кислоту¹⁾.

Теплота въ особенности способствуетъ поглощенію кислорода, и оно идетъ увеличиваясь пропорціонально возвышенію температуры, какъ то оказалось изъ опытовъ Рихтерса, нагрѣвавшего разные сорта каменнаго угля въ продолженіи 14 дней въ водяной ваннѣ до темп. 70°—80°C. При всѣхъ опытахъ усмотрѣно было уменьшеніе углерода и водорода и увеличеніе кислорода. По мнѣнію Рихтерса окисленіе угля имѣетъ мѣсто при высокой, *поглощеніе* же (Absorption) — при низкой температурѣ.

Влажный каменный уголь, по опытамъ Рихтерса, поглощаетъ менѣе кислорода, нежели уголь сухой. Но, съ другой стороны, влажность способствуетъ распаденію угля на куски, вслѣдствіе чего, съ одной стороны, увеличивается поверхность поглощенія кислорода, а, съ другой, этимъ обнажается желѣзный колчеданъ, который, въ прикосновеніи съ влажностію, способствуетъ самовозгаранію каменнаго угля, „поэтому, говоритъ Рихтерсъ, влажность лишь *посредственно* дѣйствуетъ на поглощеніе кислорода каменнымъ углемъ. Поглощеніе это при дневномъ свѣтѣ нѣсколько слабѣе, чѣмъ въ темнотѣ, а это обстоятельство скорѣе указываетъ на поглощеніе, чѣмъ на процессъ окисленія“.

Послѣ изслѣдованія относительно способности угля поглощать кислородъ, Рихтерсъ обращается къ объясненію процесса самовозгаранія. Причину этого онъ, главнымъ образомъ, ищетъ въ окисленіи угля

1) *Comptes rendus*, Mai 1858, № 19, а также Häpke, l. c. pg. 8.

и въ развивающейся, вслѣдствіе этого, теплотѣ. Хотя, говоритъ онъ, *Марсилли* и доказалъ освобожденіе изъ нѣкоторыхъ сортовъ угля легко-воспламеняемыхъ газовъ, но газы эти не обладаютъ свойствомъ самовоспламененія. Что касается до желѣзнаго колчедана (FeS_2), то количество его въ каменномъ углѣ, добываемомъ въ нѣмецкихъ рудникахъ, незначительно (всего 1,01%), а такое количество, по вычисленію Рихтерса, способно при окисленіи развивать 72°C ; но и это количество теплоты освобождается крайне медленно и легко теряется посредствомъ лучеиспусканія, и охлажденія. Во всякомъ случаѣ теплота, вслѣдствіе окисленія желѣзнаго колчедана, развивается гораздо медленнѣе, чѣмъ при поглощеніи углемъ кислорода. Противъ этого мнѣнія Рихтерса можно возразить слѣдующее: 1) не всегда каменный уголь содержитъ въ себѣ столь малое количество колчедана, какъ онъ полагаетъ: въ англійскихъ сортахъ оно достигаетъ 1,28%, доходя иногда даже до 12%¹⁾; 2) самъ же Рихтерсъ говоритъ, что если уголь содержитъ много колчедана, то, при содѣйствіи влажности, теплота развивающаяся при его окисленіи можетъ превышать теплоту, развившуюся вслѣдствіе поглощенія кислорода углемъ; такой уголь быстро разлагается и воспламеняется²⁾.

1) *Rowan*, l. c. pg. 13.

2) „Enthält die Kohle viel Schwefelkies, welcher sich nur unter Mitwirkung des Wassers zersetzt..., so kanu die durch die Oxydation des Kieses freiwerdende Wärmemenge grösser sein, als die durch die Absorption des Sauerstoffes entbundene. Eine solche Kohle wird sich rascher zersetzen und sich leichter freiwillig entzünden“.—*Rich- ters*, l. c. pg. 455.

Рихтерсъ въ теченіе 12 дней производилъ опыты съ пятью сортами каменнаго угля (измельченнаго), съ различнымъ содержаніемъ влажности (отъ 5,25 до 3,10%). Оказалось, что одинъ объемъ каменнаго угля разнаго сорта поглощаетъ $1\frac{1}{4}$, $2\frac{1}{2}$, 3 объема кислорода; по вѣсу 20 граммъ угля поглощаютъ 18, 39, 46 и 50 куб. сантим. кислорода; изъ опытовъ же Соссюра надъ древеснымъ углемъ (бука) оказалось, что тѣже 20 граммъ поглощаютъ $9\frac{1}{4}$ объема кислорода. Изъ этихъ примѣровъ явствуется, что способность поглощенія кислорода углемъ весьма значительна — отъ 3 и выше 9 атмосферъ. Рихтерсъ вычисляетъ, что еслибы способность поглощенія углемъ кислорода, а слѣдовательно и количество развившейся теплоты было въ 6 разъ меньше, чѣмъ то, какое оказалось изъ опытовъ его и Соссюра, то въ теченіе 12 сутокъ уголь могъ бы нагрѣться до 83°C ; притомъ же по мѣрѣ увеличенія температуры, способность поглощенія растетъ и подъ конецъ этого совершенно достаточно для воспламененія угля, загорающагося при температурѣ 400° — 600°C . Рихтерсъ вычисляетъ количество калорій, освободившееся въ теченіе 14 дней въ углѣ (№ 2):

- | | | | | | |
|-------------------------------------|----------|----|--------|-----|---------|
| 1) отъ окисленія въ CO_2 — | $1,76\%$ | C— | освоб. | 140 | калорій |
| 2) » » » H_2O — | $1,16\%$ | H— | » | 55 | » |
| 3) отъ поглощенія O . . | $2,12\%$ | — | » | 91 | » |

Всего=286 кал.

И такъ одинъ фунтъ угля освобождаетъ 286 калорій; а такъ какъ удѣльный теплородъ угля $=0,25$, то это количество калорій можетъ нагрѣть фунтъ

угля на 1144°C (по Рихтерсу—на 1100°),—температура совершенно достаточная для самовозгаранія даже 2,3 фунтовъ угля (если, по *Viollet*, принять что уголь загорается при 400° — 600° , среднимъ числомъ—при 500°).

Хотя Рихтерсъ совершенно основательно самовозгараніе угля не приписываетъ часто содержащимъ внутри его горючимъ газамъ (маслородному и болотному), но нѣтъ сомнѣнія, что разъ уголь внутри кучи, загорѣлся, то эти самые газы въ высшей степени усиливаютъ горѣніе. По изслѣдованіямъ Мейера нѣкоторые сорта угля (англ.) содержатъ тройной объемъ этихъ газовъ, въ особенности — много газа болотнаго, а по изслѣдованіямъ Парри даже коксъ заключаетъ въ себѣ горючіе газы, не смотря на высокую температуру при его приготовленіи, а это, въ свою очередь, вполне оправдываетъ мнѣніе Рихтерса, что газы не только поглощаются каменнымъ углемъ механически (*Absorption*), что мы тутъ имѣемъ одно съ химическимъ соединеніемъ—*Oxydation* ¹⁾.

3) Опыты Гедике.

Опыты эти относятся къ 1880 г. и имѣли цѣлью показать, въ какой мѣрѣ сѣрнистое желѣзо, содержащееся въ каменномъ углѣ, способствуетъ его

¹⁾ R. Wagner, *Jahresber. Über die Fortschritte der chem. Technologie*, 1872, pgg. 890, 896.—*Muck* въ своихъ: *Grundzüge und Ziele der Steinkohlenchemie* вполне присоединяется къ мнѣнію Рихтерса касательно самовозгаранія угля (pg. 94).

самовозгаранію¹⁾. Опыты Гедике состояли въ слѣдующемъ:

1) Обыкновенный уголь, кусками величииою съ орѣха, смѣшанъ былъ съ растворомъ сѣрнокислаго желѣза (FeSO_4), затѣмъ подвергался дѣйствию сѣрно-водороднаго газа, вслѣдствіе чего желѣзо пропиталось сѣрнистымъ желѣзомъ. Высушенный препаратъ въ продолженіе нѣсколькихъ дней никакого измѣненія температуры не показалъ.

2) Такой же препаратъ въ водяной банѣ при темп. 100°C подвергался току кислорода; самовозгаранія не послѣдовало.

3) Тотъ же препаратъ нагрѣвался въ песчаной банѣ; для измѣренія температуры, въ песокъ погружена была стеклянная трубка, внутри которой находились: легкоплавкій препаратъ (при 130°), олово (230°), свинецъ (330°) и висмутъ (430°). Спустя нѣсколько времени, уголь загорѣлся, а при болѣе сильномъ токѣ кислорода разбрасывалъ искры. Олово расплавилось, но не свинецъ, слѣд. температура самовозгаранія была между 230° и 330° .

4) То же повторено было въ масляной банѣ; при медленномъ токѣ кислорода уголь загорѣлся спустя 40 минутъ, при темп. 295° .

Изъ этихъ опытовъ Гедике заключаетъ, что уголь, пропитанный сѣрнистымъ желѣзомъ, самовозга-
рается при 300° и при слабомъ токѣ кислорода.

5) Прежній препаратъ въ песчаной банѣ подвергался току озона, полученнаго посредствомъ.

¹⁾ Н. Haedicke, *Ingenieur, Versuche über die Selbstentzündung der Steinkohle*; Verhandlungen des Vereins zur Beförderung des gewerb. fleisses 1880. pag. 471—475.

шести паръ Бунзена; при 300° послѣдовало самовозгараніе.

6) Для изслѣдованія вліянія влажности, кислородъ предварительно пропускался чрезъ горячую воду, слѣд. пропитанъ былъ водяными парами. Самовозгаранія не послѣдовало даже при 360°, и тоже получалось, если уголь былъ даже мелко истолченъ.

7) Уголь, пропитанный FeSO_4 , внутри накаленной трубки подвергался току водорода, вслѣдствіе чего сѣрноокислое желѣзо превращалось съ сѣрнистое; въ песчаной банѣ, при пропусканіи тока кислорода, самовозгараніе послѣдовало при 300°.

8) Уголь, пропитанный аммоніакальнымъ желѣзомъ, подвергался току сѣро-водороднаго газа и такимъ образомъ получалось сѣрнистое желѣзо. Самовозгараніе получалось при 260° и даже при 175°; такой же уголь, мелко истолченный, загорѣлся при 220°.

9) Мелко истолченный уголь, пропитанный желѣзнымъ купоросомъ, который подвергался дѣйствію амміака и сѣро-водороднаго газа, загорѣлся при 250° съ сильнымъ трескомъ. Опытъ повторенъ былъ нѣсколько разъ.

10) То же самое произошло съ грубоистолченнымъ углемъ при 254°, спустя 4 дня.

11) Изъ раствора амміакальнаго желѣза получилось сѣрнистое желѣзо вслѣдствіе дѣйствія на него сѣроводороднаго газа; препаратъ былъ высушенъ, измелченъ и въ песчаной банѣ подвергнутъ дѣйствію кислорода. Самовозгараніе препарата, *вовсе свободнаго отъ углерода*, послѣдовало при 200°.

12) Губчатая платина, приготовленная вмѣстѣ съ сѣрнистымъ желѣзомъ, и подверженная дѣйствію кислорода, также загорѣлась при 200°.

13) Всѣ опыты, произведенные при дѣйствіи лишь атмосфернаго воздуха, не дали результата и самовозгаранія не послѣдовало.

Изъ этихъ опытовъ Гедике заключаетъ:

а) Дѣйствующій факторъ при самовозгараніи вышесказаннымъ образомъ приготовленнаго угля есть сѣрнистое желѣзо; послѣднее загорѣлось даже безъ присутствія угля (опытъ 11).

б) Опыты не показали самовозгаранія каменнаго угля, а напротивъ — дали отрицательный результатъ. Влажность не способствуетъ самовозгаранію.

с) Случаи самовозгаранія, вѣроятно, *очень рѣдки*. На судахъ мы имѣемъ другую причину этого явленія — пропитанныя масломъ тряпки, которыя играютъ роль настоящихъ пирофоровъ.

д) Сѣрный колчеданъ *вѣроятно* имѣетъ вліяніе на самовозгараніе; уголь поглощаетъ кислородъ, а сѣрный колчеданъ въ присутствіи кислорода воспламеняется даже при низкой температурѣ.

Противъ опытовъ Гедике можно сдѣлать слѣдующія возраженія: а) опыты производились съ возстановленнымъ (химическимъ путемъ) сѣрнистымъ желѣзомъ, а не съ натуральнымъ; б) уголь былъ пропитанъ сѣрнистымъ желѣзомъ, что въ природѣ весьма рѣдко случается: мы уже видѣли, что германскіе каменные угли содержатъ его лишь 1,01% и даже англійскіе — 1,28%; с) при большей части опытовъ Гедике указываетъ температуру, при которой замѣчалось самовозгараніе, а не говоритъ

сколько времени продолжался опытъ; d) при опытахъ 3) и 4) собственно *сырнѣй комеданъ* былъ ни причемъ: мы видимъ обыкновенный лабораторный опытъ возгаранія желѣза при дѣйствіи кислорода; то же самое можно сказать и объ опытахъ 11) и 12); e) отрицательнаго результата опыта 6) надлежало ожидать: было бы удивительно, если бы получился иной результатъ; f) наконецъ, нельзя не замѣтить, что всѣ опыты Гедике производились надъ малыми количествами угля; это—опыты *лабораторные*, отличные отъ того, что дѣйствительно происходитъ въ большихъ складахъ угля, на что уже нами было указано.

4. Мнѣніе Rowan'a.

Въ 1882 г. появилось сочиненіе Т. Rowan'a, въ которомъ онъ разсматриваетъ случаи самовозгаранія угля, а также взрывовъ горючихъ газовъ на судахъ, равно и мѣръ къ предотвращенію громаднымъ убытковъ, наносимыхъ этимъ ежегодно судово-отправителямъ. Авторъ въ широкомъ размѣрѣ воспользовался официальнымъ донесеніемъ въ 1876 г. комиссіи, учрежденной Англійскимъ Парламентомъ съ спеціальною цѣлью изслѣдовать самовозгараніе угля на судахъ, а также съ другими новѣйшими трактатами по этому вопросу¹⁾

Сначала Rowan обращается къ изслѣдованію вопроса о самовозгараніи угля. Причиною этого онъ признаетъ, во-первыхъ, окисленіе находящихся вну-

¹⁾ Thomas Rowan, spontaneous combustion and explosions occurring in coal cargoes, their treatment and prevention. London, 1882.

три угля сѣрныхъ соединеній (sulphur compounds), а, во-вторыхъ, поглощеніе или сгущеніе кислорода изъ атмосферы порами угля, другими словами — окисленіе углерода (carbonaceous oxidation). Что касается до окисленія такъ называемаго свободного водорода. то это, по мнѣнію автора, пока есть только гипотеза ¹⁾. Главная же, если не единственная причина самовозгоранія угля, это желѣзный колчеданъ (iron-pyrites), содержащійся въ бѣльшемъ или меньшемъ количествѣ во всѣхъ сортахъ каменнаго угля. Сѣрнистое желѣзо (FeS или FeS^2) въ присутствіи влаги и безъ доступа воздуха разлагается и переходитъ въ гидратъ закиси желѣза [$\text{Fe}(\text{OH}^2)$], которое окисляется и переходитъ въ гидратъ окиси [$\text{Fe}(\text{HO}^3)$]. Между тѣмъ какъ иные желѣзные колчеданы окисляются, будучи лишь выставлены на свободномъ воздухѣ, другіе требуютъ для этого теплоты. Во всякомъ же случаѣ, влажность ускоряетъ окисленіе колчедана, хотя она, по мнѣнію Rowan'a, и не составляетъ необходимаго для этого условія. Окисленіе колчедана всегда совершается медленно; по этой причинѣ потребна значительная масса угля, для того, чтобы освобождающаяся вслѣдствіе окисленія колчедана теплота достаточна была для самовозгаранія угля. Чѣмъ уголь хрупче, слѣд. чѣмъ легче можетъ онъ обнажать содержимый имъ желѣзный колчеданъ, тѣмъ, конечно, окисленіе послѣдняго совершится скорѣе.

1) The oxidation of the „disposable hydrogen“ has been suggested as a probable source of heating—this, however, as yet, is merely hypothetical“ (pg 9).

Бурый уголь, если сложенъ большими кучами, весьма склоненъ нагрѣваться и возгараться. Главная причина, по мнѣнію *Elsner*'а, заключается въ содержащемся внутри бурога угля въ значительномъ количествѣ колчедана. Чѣмъ мельче этотъ сортъ угля и чѣмъ онъ болѣе содержитъ колчедана, тѣмъ онъ болѣе склоненъ къ самовозгаранію¹⁾. По мнѣнію Рихтерса (къ которому вполнѣ присоединяется и *Percy*), главную причину самовозгаранія угля слѣдуетъ искать въ его окисленіи, а потому, чѣмъ больше масса угля, тѣмъ легче (вслѣдствіе собственнаго давленія или же сотрясенія) нижніе слои угля могутъ измельчаться и легче окисляться, а слѣд. и самовозгараться. По мнѣнію же *Rowan*'а, не въ этомъ одномъ слѣдуетъ искать причину этого явленія. Опыты Рихтерса производились въ маломъ видѣ, съ ничтожнымъ количествомъ каменнаго угля, сравнительно съ громадными массами, нагружаемыми на суда; затѣмъ, хотя окисленіе колчедана происходитъ медленно, но зато все количество колчедана содержащагося въ корабельномъ грузѣ угля можетъ быть весьма значительно, а развиваемая теплота, благодаря огромной массѣ угля, не такъ легко теряется чрезъ охлажденіе или же лучеиспусканіе. Такимъ образомъ, на судахъ мы имѣемъ дѣло съ огромною массою каменнаго угля и, стало быть, съ значительною массою желѣзнаго колчедана, который въ болѣе или менѣе раздробленномъ видѣ содержится во всей угольной массѣ (a mass of pyrites, in a more or less finely divided state,

¹⁾ *Elsner*, l. c. pg. 250

disseminated through the coal). „Всѣмъ химикамъ, говоритъ Rowan, хорошо извѣстно, что опыты, производимые съ большою массою иногда даютъ иные результаты, чѣмъ опыты лабораторные“.

Авторъ обращается къ донесенію англійской парламентской комиссіи, изъ коего явствуется, что количество груза (tonnage), способствующее измельченію каменнаго угля, играетъ значительную роль при явленіи самовозгаранія, какъ то явствуется изъ слѣдующей таблицы, относящейся къ судамъ, отправленнымъ изъ Европы въ 1874 году:

число судовъ	число тоннъ угля.	случай самовозг.	‰
2109	менѣе 500	5	$\frac{1}{4}$
1501	500—1000	17	1
490	1000—1500	17	$3\frac{1}{2}$
308	1500—2000	14	$4\frac{1}{2}$
77	свыше 2000	7	9

При этомъ замѣчательны случаи самовозгаранія на судахъ, отправленныхъ изъ Европы въ Санъ-Франциско: изъ числа 54 кораблей (вмѣстимостію ниже 500 тоннъ), на девяти имѣло мѣсто самовозгараніе; число подобныхъ случаевъ увеличивалось съ числомъ тоннъ, такъ что изъ числа 5 судовъ (свыше 2000 тоннъ) явленіе это наблюдаемо было два раза.

Чтобы доказать, что не одно лишь окисленіе углерода причисляетъ его самовозгораніе, Rowan рассуждаетъ слѣдующимъ образомъ: извѣстно, что лишь

нѣсколько сортовъ каменнаго угля способны возгорѣться, а изъ опытовъ Рихтерса оказывается, что другіе сорта болѣе или менѣе противустоятъ самовозгаранію. Если бы послѣднее обусловливалось однимъ лишь окисленіемъ углерода, то надлежало бы ожидать, что самовозгаранію на судахъ подвержены лишь извѣстные сорта каменнаго угля, между тѣмъ какъ по изслѣдованіямъ англійской комиссіи почти всѣ сорта этому подвержены. Вотъ какъ выражается одинъ изъ секретарей Общества Страхованія въ Ливерпулѣ, Cooper Rundell: „самовозгараніе не ограничивается однимъ сортомъ каменнаго угля, но многіе, если не всѣ сорта его одинаково этому подвержены. Изъ сдѣланныхъ изслѣдованій оказывается, что ни одна порода угля, содержащая водородъ, не безопасна относительно самовозгаранія; послѣднее въ равной мѣрѣ случается на судахъ — были ли они нагружены углемъ лѣтомъ или зимою“.

Что касается вліянія влажности, то англійская комиссія доказываетъ, что самовозгараніе угля случалось большею частію на тѣхъ судахъ, которыя нагружены были сырымъ углемъ или же уголь въ послѣдствіи отсырѣлъ. Такимъ образомъ *сырость вмѣстѣ съ желѣзнымъ колчеданомъ*, по мнѣнію Рованп'а, являются главными причинами самовозгаранія. Какъ велико вліяніе влажности явствуетъ уже изъ того, что складъ угля, покрытый и защищенный отъ дождя, оставался холоднымъ, между тѣмъ какъ тотъ же самый сортъ угля непокрытый и отсырѣвшій, подвергался самовозгаранію Изъ 40 случаевъ, 28 пожаровъ случились на судахъ, завѣдомо

нагруженных сырымъ углемъ; 8 судовъ нагружены были углемъ недавно привезеннымъ изъ шахты, а потому по всѣмъ вѣроятностямъ сырымъ; въ одномъ случаѣ уголь былъ очень измельченъ и лишь въ трехъ случаяхъ причина самовозгаранія осталась неизвѣстной. Но такъ какъ (по изслѣдованіямъ Рихтерса) влажность, наполняя собою поры угля, затрудняетъ поглощеніе кислорода воздуха, а слѣдовательно и окисленіе углерода, то отсюда заключаетъ Rowan, что таже влажность способствуетъ разложенію колчедана; присутствіе послѣдняго въ каменномъ углѣ, по его мнѣнію, есть главная причина самовозгаранія, и послѣднее почти каждый разъ случается въ присутствіи желѣзнаго колчедана¹⁾.

Затѣмъ авторъ указываетъ еще на одно обстоятельство. Въ тѣхъ случаяхъ, когда самовозгараніе усмотрѣно было во время, въ самомъ его началѣ, внутри угольной массы всегда замѣчались какъ бы ядра (*nucleus*), особаго цвѣта, откуда горѣніе распространялось далѣе. Подобныя ядра замѣчались во всѣхъ частяхъ угольной массы. Коммиссія указываетъ на то, что эти ядра особенно часто замѣчаются подъ люками, гдѣ уголь весьма измельченъ. Послѣднее обстоятельство благопріятствуетъ какъ окисленію самого угля, такъ и содержамаго имъ колчедана. Но, съ другой стороны, самовозгараніе имѣетъ мѣсто во всѣхъ частяхъ угольной массы, *начиная снизу до верху*.

1) „In nearly every case where the composition of the coal shipped be ascerthained in which ignition had taken place, iron-pyrites was affirmed to be present“. (pg. 17).

Если бы это окисленіе зависѣло единственно отъ окисленія углерода, то надлежало бы ожидать начала самовозгаранія исключительно близь люковъ, гдѣ находится особенно много мелкаго угля. По мнѣнію Rowan'a, повышение температуры, усматриваемое въ этихъ мѣстахъ, дѣйствительно обусловливается окисленіемъ угля; горѣніе же вслѣдствіе разложенія колчедана происходитъ во многихъ мѣстахъ. Температура постепенно повышается, и тѣмъ самымъ окисленіе еще болѣе ускоряется; жаръ постепенно усиливается по разнымъ направленіямъ по всей массѣ и начинается дистилляція угля и освобожденіе весьма горючихъ и взрывчатыхъ газовъ, и вотъ почему часто по всему судну появляется пламя и происходитъ взрывъ¹⁾.

Признакомъ начавшагося самовозгаранія угля могутъ служить слѣдующія явленія, случающіяся вообще всегда, различаясь лишь временемъ, пока горѣніе распространилось повсемѣстно. Явленія эти Rowan дѣлитъ на четыре періода:

1) замѣчается теплота въ продолженіе 10 до 12 дней и даже болѣе; температура повышается постепенно, пока

1) „The heat so generated has gradually accumulated, and accelerated the oxidation, and that sufficient heat has been transmitted to start (it may be) carbonaceous oxidation as well; that in the confined conditions of the coal holds, where this has been taking place, the heat so produced has likewise determined, in parts of the cargo, the destructive distillation of the coal, evolving thus, products of a highly inflammable and explosive nature; and these actions have often finally culminated in the cargo's suddenly bursting out into flames all over“. (pg. 18).

2) ощущается легкій запахъ газа, который постепенно увеличивается и появляется бѣлый дымъ;

3) дымъ этотъ становится все болѣе густымъ, сопровождаясь удушливымъ запахомъ газа, и подѣ конецъ

4) горѣніе дѣлается всеобщимъ, сопровождаясь болѣе или менѣе сильными и частыми взрывами. Количество взрывовъ зависитъ отъ того мѣста, гдѣ началось горѣніе. Чѣмъ ближе къ поверхности, тѣмъ взрывъ менѣе вѣроятенъ.

Запахъ обыкновенно сравниваютъ съ запахомъ горящаго парафиноваго масла или нефти, или же сѣры, но чаще всего — съ запахомъ обыкновеннаго газа, добываемаго изъ угля, а это одно, по мнѣнію автора, несомнѣнно указываетъ на происходящую внутри массы дистилляцію угля. Нѣкоторые наблюдатели неосновательно приписывали самовозгараніе угля воспламененію освобождаемыхъ имъ горючихъ газовъ; но послѣднее явленіе есть только *слѣдствіе* самовозгаранія, а не *причина* онаго.

5) Мнѣнія Tatlok и Loible.

Тэтлокъ (1891) допускаетъ вліяніе на самовозгараніе тѣхъ же факторовъ, что и Rowan, за исключеніемъ колчедана. Самовозгараніе органическихъ веществъ, по его мнѣнію, происходитъ (при низкой температурѣ) при слѣд. условіяхъ: 1) потребно присутствіе тѣла, содержащаго углеродъ; 2) присутствіе кислорода; 3) влажности и 4) извѣстной температуры. При существованіи этихъ условій самовозгараніе зависитъ отъ физическихъ условій: скважи-

стое, губчатое или порошкообразное состояніе вещества облегчаетъ его окисленіе. Въ особенности же Тэтлокъ указываетъ на могущественное вліяніе поглощенія углемъ кислорода: если, положимъ, что одинъ кубическій метръ угля вѣситъ 1210 килограммовъ и что три куб. метра поглощаютъ одинъ куб. метръ воздуха, то получимъ 3630 кил. угля, съ приблизительною поверхностію въ 163 кв. метра. При соприкосновеніи съ 254 грам. кислорода, превращающаго углеродъ въ угольную кислоту, получится теплота, которая температуру одного куб. метра воздуха можетъ возвысить отъ 12° до 2348°C ¹⁾. Чтобы узнать, въ какой мѣрѣ самовозгаранію способствуетъ сѣра или же содержащіеся внутри каменнаго угля сгущенные газы (*occludirte Gaze*), Тэтлокъ подвергалъ нѣсколько сортовъ угля размельченію, послѣ чего (для освобожденія газовъ) выставлялъ ихъ на открытый воздухъ въ теченіе 24 часовъ. Затѣмъ, высушивъ уголь при 100° , онъ нагрѣвалъ его $1\frac{1}{2}$ часа до 175° . Получился слѣд. результатъ:

	<i>Cannel</i>	Обыкновен. уголь
увелич. вѣса при 100° — 175°	2,00% . . .	1,90%
превращеніе S въ SO_3		
а) до нагрѣванія	0,07% . . .	0,04%
б) послѣ нагрѣванія	0,19% . . .	0,10%

Отсюда, говоритъ Тэтлокъ, явствуетъ, что увеличеніе вѣса происходило не отъ окисленія сѣры, такъ какъ въ такомъ случаѣ количество окисленной сѣры послѣ нагрѣванія было бы гораздо больше.

¹⁾ *Zeitschr. f. angew. Chemie*, 18.

Окисленіе сжатыхъ газовъ, заключенныхъ внутри угля, причинило бы не увеличеніе, а уменьшеніе вѣса, такъ какъ продуктомъ горѣнія были бы газы. Поэтому, заключаетъ авторъ, увеличеніе вѣса слѣдуетъ приписать окисленію твердыхъ составныхъ частей угля, причемъ образуются другія неуглеутчивающіяся соединенія¹⁾.

Опыты Тэтлока, а равно и выводимыя имъ заключенія, не рѣшительны: это—опять лабораторные опыты, производившіеся въ такомъ видѣ при условіяхъ, отличныхъ отъ тѣхъ, при которыхъ дѣйствительно находится уголь какъ въ складахъ, такъ и на судахъ. Мы видимъ дѣйствіе окисленія сѣры, но не желѣзнаго колчедана. Правда, уголь размельченъ, но при предварительномъ высушиваніи при темп. 100°, онъ, конечно, потерялъ много газовъ, а еще болѣе влажности. При томъ же опытовъ, относящихся непосредственно къ самовозгаранію, Тэтлокъ не производилъ вовсе.

Loible (1892) относительно явленія самовозгаранія въ сущности принимаетъ тѣ же факторы, какъ и *Rowan*, но результатъ разложенія колчедана, по его мнѣнію, другой. „Если, говоритъ онъ, рассмотримъ составъ каменнаго угля, который, смотря по времени, протекшему отъ его добыванія и по способу его образованія, вмѣстѣ съ главною составною своею частію—углеродомъ, содержитъ въ разномъ количествѣ кислородъ, водородъ и сѣрный колчеданъ, то найдемъ, что тѣ сорта угля болѣе

1) *Chem. Centralblatt*, 1891, Bd. 42, pg 388—389.—Замѣтимъ, что и *Otto Volger* отрицаетъ вліяніе колчедана („*Hansa*“, 1889, №№ 2, 3, 4).

подвержены самовозгаранію, которые содержатъ наибольшее количество означенныхъ примѣсей, въ особенности же кислорода, могущаго соединяться съ углеродомъ; при окисленіи же освобождается теплота. Окисленіе углерода можетъ наступить при добываніи его въ шахтѣ посредствомъ взрыва, при его измельченіи во время перевозки или же вслѣдствіе удара, сжатія или паденія. Разъ начавшееся окисленіе быстро увеличивается, благодаря кислороду воздуха, а также атмосфернымъ осадкамъ, а вмѣстѣ съ окисленіемъ повышается температура. Нагрѣваніе каменнаго угля обуславливаетъ переходъ FeS^2 въ $\text{S} + \text{FeS}$ или же въ полуторасѣрнистое желѣзо Fe^2S^3 (anderthalbfaches Schwefeleisen). Сѣра при продолжающемся нагрѣваніи воспламеняется и зажигаетъ уголь ¹⁾“.

6) Мнѣніе Льюиса.

Работы проф. Lewes относительно самовозгаранія угля начинаются съ 1890 года; потомъ онъ въ 1892 году объ этомъ же вопросѣ напечаталъ статью въ журналѣ „Газовое освѣщеніе (gaslighting)“, а затѣмъ прочелъ рефератъ на конгрессѣ Британской Ассоціаціи²⁾. Съ самаго начала своихъ изслѣдованій, Льюисъ причину самовозгаранія склоненъ былъ искать въ поглощеніи газовъ каменнымъ углемъ. Если вентиляція бываетъ недостаточна, полагалъ онъ, или ея вовсе нѣтъ, то температура

¹⁾ *Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1892, pg 517.

²⁾ Рефератъ этотъ изложенъ въ „*Avenir économique et financière*“, 17 Fevr. 1894, № 391.

угля еще болѣе возвышается. Самая же способность каменнаго угля поглощать кислородъ и водородъ увеличивается по мѣрѣ увеличенія поверхности поглощенія, т. е. по мѣрѣ размельченія угля¹⁾.

Этого взгляда Льюисъ придерживается и въ слѣдующихъ своихъ изслѣдованіяхъ. Еще въ 1890 г. онъ приписывалъ самовозгараніе содержащимся внутри каменнаго угля смолистымъ веществамъ (*bituminöse Stoffe*), окисляющимся посредствомъ кислорода, который поглотилъ уголь. Такого же мнѣнія придерживался и *Newbigging*, который, кромѣ означенныхъ смолистыхъ веществъ, допускаетъ еще и вліяніе колчедана. Уголь, смоченный дождемъ, говоритъ онъ, легко распадается на куски и освобождаетъ свѣтильный газъ, въ который также переходитъ и наибольшее количество содержимой углемъ сѣры²⁾. — По мнѣнію же Льюиса, въ процессъ самовозгаранія колчеданъ, содержащійся въ каменномъ углѣ, играетъ весьма второстепенную и даже ничтожную роль. Колчеданъ въ углѣ встрѣчается въ разныхъ формахъ и въ разныхъ количествахъ.

Желтые и даже черные колчеданы въ кристаллическомъ видѣ не измѣняются даже въ присутствіи влажнаго воздуха, но колчеданы *аморфные* и мелко-раздѣленные окисляются быстро. Нѣкоторые сорта каменнаго угля, говоритъ Льюисъ, подверженные самовозгаранію, содержатъ лишь 0,8% колчедана³⁾

1) *Iron*, 1890, № 914.

2) *Wagner, Jahresber. über die Leistungen der chem. Technologie für 1890*, pg. 32.

3) Это слишкомъ мало. Мы уже выше видѣли, что большая часть углей содержатъ 1,28% и болѣе.

Если бы все количество колчедана было соединено въ одномъ кускѣ и окислялось бы въ теченіе нѣсколькихъ часовъ, то чрезъ это температура увеличилась бы лишь на нѣсколько градусовъ. Окисленіе колчедановъ, при извѣстныхъ обстоятельствахъ, даетъ сѣрноокисное желѣзо и сѣрнистую кислоту, а часть сѣры освобождается. Можно бы думать, что эта сѣра, загорающаяся при 250° С, тутъ играетъ важную роль; но это было бы лишь въ томъ случаѣ, если бы количество колчедана было значительное. Но при томъ незначительномъ количествѣ, въ какомъ онъ обыкновенно встрѣчается въ каменномъ углѣ, полагая даже, что воздуха, потребнаго для его окисленія, достаточно, сѣра превратится въ сѣрнистую кислоту при темп. 60° С. Этотъ процессъ окисленія сѣры при низкой температурѣ еще мало изслѣдованъ, но, по наблюденіямъ Льюиса, происходитъ весьма быстро. Единственное вліяніе колчедана, по его мнѣнію, это размельченіе угля, вслѣдствіе чего поверхность, прикасающаяся воздуха, увеличивается.

По тщательнымъ опытамъ Льюиса, точки воспламененія разныхъ сортовъ каменнаго угля слѣдующія:

Cannel— 360° С; Hartlepool— 408° С

Lignite— 450 ; Welsh — 477

Поэтому, говоритъ онъ, невозможно, чтобы малое количество колчедана, разсѣянное въ массѣ угля и медленно окисляющееся, могло причинять значительное повышеніе температуры. Далѣе онъ указываетъ на то обстоятельство, что, при нагрѣваніи угля, ощущается такой же запахъ, какъ и при го-

рѣннїи дерева, и освобождаются газы: азотъ, водяные пары, угольная кислота, окись углерода, водородъ и сѣро-водородъ; послѣднїй газъ служить явнымъ доказательствомъ того, что окисленіе сѣры тутъ мѣста не имѣетъ. Мы уже сказали, что причину самовозгаранія Льюисъ ищетъ въ газахъ, поглощенныхъ углемъ. Такъ какъ каменный уголь образовался въ землѣ при низкой температурѣ и подъ высокимъ давленіемъ, то потому онъ весьма плотенъ и содержитъ внутри себя водородъ, кислородъ и азотъ. Уголь, имѣющій даже меньшее свойство поглощенія, тѣмъ не менѣе поглощаетъ кислорода въ $1\frac{1}{4}$ разъ болѣе противъ собственнаго своего вѣса, а нѣкоторые другіе сорта—даже въ 3 раза болѣе. Всѣ породы угля содержатъ внутри себя вышеозначенные газы; антрацитъ содержитъ мало, Cannel же и уголь, изъ коего обыкновенно добывается газъ (charbon à gaz), содержатъ ихъ много.

При поглощеніи углемъ кислорода, газъ этотъ становится въ высшей степени *химически-дѣятельнымъ* и жадно соединяется съ углеродомъ и водородомъ, содержащимися въ смолистыхъ частяхъ (parties bitumineuses), и превращаетъ ихъ въ угольную кислоту и въ водяные пары. Съ повышеніемъ температуры увеличивается химическая дѣятельность, которая, въ свою очередь, еще болѣе повышаетъ температуру. Такимъ образомъ, оба явленія, взаимно увеличиваясь, наконецъ обуславливаютъ самовозгараніе, въ особенности тамъ, гдѣ уголь лежитъ большими массами и доступъ воздуху облегченъ. Прежде полагали, что уголь, содержащій особенно много смолистыхъ веществъ (cannel), въ осо-

бенности подверженъ самовозгаранію, такъ какъ при высокой температурѣ образуются тяжелыя масла, которыя при своемъ окисленіи производятъ сильное нагрѣваніе. Опыты однакоже доказали обратное: эти масла затрудняютъ нагрѣваніе каменнаго угля.

По Льюису явленіе самовозгаранія угля совершается въ слѣдующемъ порядкѣ:

1) Какъ только уголь былъ добытъ изъ шахты, начинается его окисленіе; но, за рѣдкими исключеніями, онъ не сильно нагрѣвается, такъ какъ доступная воздуху поверхность его сравнительно мала; притомъ же свободно движущійся воздухъ охлаждаетъ его.

2) Послѣ того какъ изъ угля вынуты были большіе куски колчедана, онъ нагружается въ вагоны; тутъ происходятъ сильныя сотрясенія и удары кусковъ угля другъ о друга; онъ размельчается еще больше и воздухъ прикасается значительной его поверхности.

3) Когда же вагоны достигли берега моря и уголь изъ вагоновъ перебрасывается на суда, то измельченіе его еще усиливается; вмѣстѣ съ тѣмъ увеличивается поглощеніе имъ кислорода воздуха и начинается химическая реакція кислорода на углеводородъ.

4) Количество нагруженного угля вліяетъ на самовозгараніе: мы уже видѣли, что при нагрузкѣ въ 500 тоннъ число случаевъ лишь 0,25%; при нагрузкѣ же 2000 тоннъ число случаевъ самовозгаранія достигаетъ 9%, ибо съ увеличеніемъ массы угля, онъ

болѣе измельчается и развившаяся внутри массы теплота теряется медленно.

5) Уголь, перевозимый между европейскими портами, рѣдко загорается; гораздо болѣе—отправляемый въ Африку, Азію и Америку, ибо химическое дѣйствіе продолжается долѣе и еще болѣе усиливается вслѣдствіе высокой температуры тропиковъ; въ особенности это замѣтно на судахъ, огибающихъ мысъ Доброй Надежды и мысъ Горнъ.—

Объясненіе самовозгаранія.

Мы изложили разныя мнѣнія относительно явленія самовозгаранія угля и видѣли, что между тѣмъ какъ одни ученые это приписываютъ преимущественно поглощенію кислорода, другіе, допуская послѣднее, полагаютъ главнымъ факторомъ при самовозгараніи всегда почти въ каменномъ углѣ содержащійся желѣзный колчеданъ; третьи, наконецъ, принимаютъ окисленіе какихъ-то смолистыхъ веществъ (*bituminöse Stoffe*).

Намъ кажется, что самовозгараніе можно объяснить проще и притомъ не прибѣгая къ новымъ гипотезамъ, а основываясь лишь на общеизвѣстномъ химическомъ явленіи, никакому сомнѣнію не подлежащему. Это объясненіе, какъ увидимъ, примиряетъ собою всѣ различныя теоріи, которыя къ нему относятся, какъ частные случаи къ общему правилу.

Всѣ упомянутыя нами лица, занимавшіяся явленіемъ самовозгаранія, между собою согласны въ томъ, что каменный уголь поглощаетъ кислородъ

и что отсыреніе угля почти всегда предшествуетъ его самовозгаранію. Мы уже знаемъ, что уголь поглощаетъ количество кислорода *отъ трехъ до девяти разъ большее* сравнительно съ собственнымъ своимъ объемомъ. Намъ также извѣстно, что водородъ, попадая на кислородъ, содержаемый въ скважистомъ тѣлѣ, мгновенно соединяется съ нимъ, причемъ температура возвышается до горѣнія. На этомъ основано такъ называемое Дёберейнерово водородное огниво. Но въ складѣ угля скважины несравненно многочисленнѣе, чѣмъ въ губчатой платинѣ, а потому представляютъ болѣе точекъ соприкосновенія съ водородомъ. Съ другой стороны, намъ извѣстно, что чѣмъ мельче капли воды, тѣмъ онѣ подѣйствіемъ теплоты способнѣе разлагаться на составныя свои части: кислородъ и водородъ, изъ коихъ первый въ высшей степени поддерживаетъ горѣніе, второй же самъ горитъ чрезвычайно жаркимъ, хотя и блѣднымъ пламенемъ. Вспомнимъ, что брызги воды увеличиваютъ огонь и что уголь, политый водою, горитъ чрезвычайно сильно, такъ какъ продукты разложенія воды въ высшей степени способствуютъ горѣнію.

Вообразимъ себѣ, что на уголь, въ какой нибудь *точкѣ*, попалъ водородъ, или вслѣдствіе присущей углю способности поглощенія газовъ, или же вслѣдствіе химическаго разложенія, тогда онъ стремится соединиться съ кислородомъ, въ изобиліи сгущеннымъ въ порахъ угля, а такое химическое соединеніе *неизбѣжно* обусловливаетъ, если не прямо появленіе огня, то, по меньшей мѣрѣ, весьма значительное повышеніе температуры. Конечно, какъ

сказано, это произойдетъ сначала въ одной точкѣ и, стало быть, совершится въ размѣрѣ микроскопическомъ. Но извѣстно, что повышение температуры въ высшей степени способствуетъ и облегчаетъ химическое дѣйствіе; поэтому кислородъ, содержащійся въ частицахъ угля, облегающихъ ту частицу, гдѣ произошло повышение температуры, становится болѣе *химически-дѣятельнымъ* и быстрѣе соединяется съ водородомъ, заключающимся во влагѣ или же механически къ ней примѣшаннымъ, а вслѣдствіе этого температура еще болѣе повышается и повышение это распространяется далѣе. Если вблизи означеннаго мѣста будетъ находиться желѣзный колчеданъ (какъ извѣстно, обыкновенно вкрапленный во всѣхъ почти сортахъ каменнаго угля), то химическое дѣйствіе еще болѣе усилится: съ одной стороны, колчеданъ, окисляясь на счетъ кислорода влаги, нагрѣвается, а съ другой стороны, водородъ оной освобождается, проникаетъ дальнѣйшія части угольной массы, соединяется съ ихъ кислородомъ и становится какъ бы факеломъ, разносящимъ пожаръ во многія мѣста. Разложившійся колчеданъ можетъ также способствовать образованію сѣро-водороднаго газа, можетъ и отложить сѣру, которая сама можетъ горѣть; въ горѣніи же можетъ участвовать и углеводородный газъ.

Такимъ образомъ, по нашему мнѣнію, *влажность есть главный факторъ при самовозгараніи*; *сырнѣй же колчеданъ еще болѣе способствуетъ оному, хотя и не составляетъ необходимаго для этого условія*. Дѣйствіе влажности двоякое: съ одной стороны,

она способствуетъ размельченію угля, а потому способствуетъ поглощенію имъ газовъ, а съ другой—она же доставляетъ водородъ для поглощенного кислорода и для дальнѣйшаго горѣнія, а равно для образованія CN и HS газовъ. Дѣйствіе колчедана также двойное: своимъ окисленіемъ онъ повышаетъ температуру и, кромѣ того, способствуетъ освобожденію водорода ¹⁾.

Исходя изъ нашей точки зрѣнія, мы можемъ безъ труда объяснить всѣ обстоятельства, обыкновенно замѣчаемыя при самовозгараніи; они оказываются лишь необходимыми слѣдствіями одной и той же причины. Мы уже неоднократно видѣли, какъ необходимо для самовозгаранія угля его размельченіе, способствующее поглощенію кислорода. Чѣмъ болѣе будетъ угольная куча, тѣмъ раздробленіе угля больше и самовозгараніе вѣроятнѣе. При нагрузкѣ на суда размельченіе угля, вслѣдствіе удара и качки, происходитъ еще больше, а, съ другой стороны, влажность и высокая температура, коимъ подвергается грузъ при дальнихъ путешествіяхъ, въ особенности же въ тропическихъ странахъ, помогаютъ самовозгаранію, а потому, *à priori*, можно сказать,

1) *Newth* доказалъ, что древесный уголь, насыщенный сѣрнистымъ водородомъ, въ прикосновеніи съ кислородомъ, самовозгарается. Надъ порошкомъ древеснаго угля, заключеннымъ въ трубкѣ, проводится токъ свѣтильнаго газа, нагревая уголь въ трубкѣ посредствомъ Бунзеновой горѣлки до совершеннаго его высыханія, послѣ чего уголь охлаждается. Тогда надъ нимъ проводится токъ сѣрнистаго водорода въ теченіе 15 минутъ, до насыщенія имъ порошка. Если теперь токъ сѣрнистаго водорода замѣнить токомъ кислорода, то уголь самовозгарается. (*Revue. Scient.* 1894, № 6, pg. 187 (изъ англ. *Nature*)).

что послѣднее явленіе на такихъ судахъ случится гораздо чаще, чѣмъ въ угольныхъ складахъ, что и дѣйствительно подтверждается многочисленными наблюденіями. Мы уже много разъ имѣли случай упомянуть о томъ, какую роль играетъ сѣрный колчеданъ; но, повторяемъ, онъ не есть *необходимый* факторъ самовозгаранія, а лишь второстепенный и посредственный. Главный же и, по нашему мнѣнію, необходимый факторъ, это — *влажность угля*, все равно, будетъ ли онъ влаженъ при самой его нагрузкѣ или же отсырѣлъ въ послѣдствіи. Уже Либихъ въ 1866 году категорически указалъ на необходимыя условія для самовозгаранія присутствія воздуха и воды и что «*безъ присутствія воды до сего времени не было усматриваемо ни одного случая самовозгаранія*» ¹⁾. Мы также видѣли, что, по отзывамъ капитановъ судовъ, самовозгараніе начинается чаще всего *близъ люковъ* и оттуда распространяется далѣе; въ этихъ мѣстахъ сперва появляются такъ называемыя *nucleus* (пятна) — зачатки самовозгаранія (*some particular spot in the cargo, which seemed to form a nucleus, which the action spread upwards, extending as it rose... Some of the witnesses before the Commission spoke of it as being found most frequently under the hatches*) ²⁾. И дѣйствительно, близъ люковъ и подъ ними уголь мелко раздробленъ и всего болѣе подвергается дѣйствию воздуха и въ

1) „Die Gegenwart von Wasser und Luft ist die nächste Bedingung der Selbstentzündung... Ich wiederhole, dass ohne Gegenwart von Wasser (Nässe oder *feuchtes Lager*) bis jetzt keine Selbstentzündung wahrgenommen“.—Döring, l. c. pg 6.

2) Rowan, l. c. pg 18.

особенности влажности. Понятно также, почему *вентиляция* угля, въ складахъ и на судахъ (какъ увидимъ ниже), *скорѣе вредна чѣмъ полезна*, такъ какъ доступъ къ углю воздуха и влажности чрезъ это облегчается. Мы поймемъ также, почему самовозгараніе угля усматривается одновременно во многихъ пунктахъ и почему нерѣдко пламя обхватываетъ разомъ весь складъ, весь грузъ на судахъ ¹⁾. Предварительно имѣло мѣсто послѣдовательное распространеніе жара по всей массѣ угля и освобожденіе газовъ. Тутъ происходила медленная, но весьма опасная *дистилляция* угля, на которую справедливо указываетъ Rowan (the destructive distillation of the coal).

Сказанное нами легко подтвердить множествомъ фактовъ; мы ограничимся лишь немногими, изъ коихъ вполне явствуетъ, какъ много самовозгараніе угля зависитъ отъ содержимой имъ влажности. Изъ вышеозначенной работы Рихтерса, а также Rowan'a заимствуемъ слѣдующую таблицу, показывающую относительную способность къ самовозгаранію нѣкоторыхъ сортовъ каменнаго угля, процентъ содержащихся колчедана и влажности, а также ихъ физическія качества ²⁾.

1) „These actions have often finally culminated in the cargo's suddenly „bursting out into flames all over“. This has frequently been preceded by explosion, and sometimes also followed by repeated explosions even *after all the hatches have been blown off*“.—Rowan, l. c. pg. 18. Мы видѣли уже, что и Либихъ предостерегаетъ отъ *вентиляции* и отъ увлаженія угля.

2) Richters. въ *Dingl. Polyt. Journ.*, Bd. 195, pg. 457; Rowan, l. c. pg. 11.

Способность къ самовозга- ранію.		Количест. жельзнаго колчедана ‰	Колич. влажн. ‰	Качества каменнаго угля.
Самовоз- гараніе { трудное.	1	1,13	2,54	Весьма ломкій.
	2	1,01—3,04	2,75	Очень плотный.
	3	1,51	3,90	Очень плотный.
Самовоз- гараніе { среднее.	4	1,20	4,50	Твердый, сланцеватый, ломкій.
	5	1,08	4,55	Твердый, но очень ломкій.
	6	1,15	4,75	Средне-нѣжный.
Самовоз- гараніе { быстрое.	7	1,12	4,85	Наружно весьма ломкій.
	8	1,00	9,01	Довольно нѣжный, сланцеватый.
	9	0,83	5,30	Достаточно мягкій, сланцеват.
	10	1,35	4,85	Достаточно мягкій, сланцеват.
	11	0,84	5,52	{ Не обозначено; тоже, что № 10, но замѣчательный по легкому самовозгаранію.

Изъ этой таблицы не усматривается соотношенія между самовозгараніемъ и количествомъ колчедана; напротивъ, зависимость отъ влажности ясно усматривается: *способность угля къ самовозгаранію увеличивается съ увеличеніемъ процента влажности*. Замѣтимъ еще, что хотя №№ 8, 9, 10 показаны сланцеватыми, но, по изслѣдованію Рихтерса, подобный сортъ угля въ особенности скважистъ. По словамъ *Clowes'a*, чѣмъ влажнѣе уголь, тѣмъ онъ болѣе склоненъ къ самовозгаранію, такъ какъ влажность способствуетъ поглощенію газовъ ¹⁾. *Tatlok* упоминаетъ о случаѣ самовозгаранія на одной фабрикѣ смѣси стружекъ со смолою; изслѣдованіе показало, что

¹⁾ *Chem. Zeitung*. 1893, 13 März.

причиною была значительная влажность стружек¹⁾. По словам Льюиса, способность поглощенія углемъ кислорода при отсыреніи его сначала уменьшается, но затѣмъ усиливается, вслѣдствіе чего температура быстро возвышается. Исслѣдованія *Cowper'a*, *Baker'a*, *Dixon'a* и другихъ показали, что влажность играетъ при самовозгараніи *наибольшую роль*. *Lewes* приводитъ въ примѣръ судно, нагруженное углемъ въ одномъ изъ портовъ Южнаго Уаллиса; при началѣ нагрузки погода стояла теплая и сухая, въ концѣ же—стала сырою. Спустя нѣсколько дней температура *влажной части* угля оказалась на 10° выше сухой части и затѣмъ эта часть скоро загорѣлась²⁾. Выше мы видѣли, что и *Rowan* указываетъ на то, что складъ угля, покрытый сверху и по бокамъ и не подверженный дождю, возгарается труднѣе, чѣмъ непокрытый, и онъ же указываетъ, что изъ 40 случаевъ самовозгаранія на судахъ, 28 *завѣдомо* случились отъ того, что суда нагружены были *сырымъ углемъ*, а въ 8 случаяхъ—углемъ, недавно привезеннымъ изъ шахты и, по всѣмъ вѣроятностямъ, *сырымъ*.

Англійская комиссія предложила капитанамъ судовъ 10 вопросовъ; между прочимъ вопросъ 7-й относится къ состоянію погоды во время нагрузки угля, а вопросъ 8-й къ состоянію влажности самого угля во время нагрузки. Въ 16 случаяхъ на *оба вопроса* читаемъ отвѣты: „*мокро, сыро*“ (wet, very

1) *Zeitschr. f. angew. Chemie.* 1891, pg. 222.

2) *Lewes*, l. c.

moist, и т. п.); въ 8 случаяхъ погода обозначается *дождливою* (хотя уголь былъ нагруженъ сухимъ) 1).

Въ какой мѣрѣ влажность способствуетъ химическому соединенію, а отсутствіе оной не дозволяетъ соединяться веществамъ, имѣющимъ другъ къ другу сильнѣйшее химическое сродство, можно убѣдиться изъ слѣдующихъ фактовъ: извѣстно, что фосфоръ самъ мгновенно воспламеняется, будучи выставленъ на воздухъ (обыкновенно содержащемъ нѣкоторое количество влажности). Изслѣдованія *Baker*'а показали, что *сухой* фосфоръ въ струѣ совершенно сухого кислорода не загорается, между тѣмъ какъ во влажномъ кислородѣ онъ мгновенно воспламеняется. Тоже самое опыты показали относительно сухаго угля 2). Сравнительные опыты, произведенные надъ кусками угля, нагрѣтыми до краснаго каленія, въ атмосферѣ сухого и влажнаго кислорода показали, что въ первомъ случаѣ количество поглощеннаго углемъ и вступившаго съ нимъ въ химическое соединеніе кислорода болѣе чѣмъ на половину *меньше*, чѣмъ во второмъ случаѣ. Сѣра также можетъ быть нагрѣваема въ сухомъ кислородѣ, не воспламеняясь. По изслѣдованіямъ Лотара Майера (*Lothar Meyer*) сухая смѣсь окиси углерода съ кислородомъ воспламеняется только сильною индукціонною искрою, между тѣмъ какъ *влажная* смѣсь обоихъ газовъ гораздо легче воспламеняется. По изслѣдованіямъ *Baker*'а смѣсь амміака и хло-

1) Находимъ, напр., такіа замѣтки: very bad; thoraugly wet with sea and rain; rained all the time of loading; raining incessantly.

2) *H. Brereton Baker*, Journ. of the Chemical Soc. 1885, pg. 349.

ристаго водорода, въ совершенно сухомъ состояніи, не соединяются. Тоже можно сказать о сухой смѣси кальція и сѣрнистаго газа. Есть еще и другіе факты доказывающіе, что въ отсутствіи слѣдовъ влажности, химическая реакція происходитъ не можетъ.

Р. S. Уже по окончаніи писанія этой статьи, прочли мы въ журналѣ *Инженеръ* (томъ XVIII, сентябрь 1894, № 9, стр. 454) замѣтку, вполне подтверждающую вышеизложенное мнѣніе наше касательно роли влажности при самовозгараніи угля, а равно и другихъ условій, способствующихъ этому явленію:

„На основаніи цѣлаго ряда опубликованныхъ случаевъ, профессоръ *Clowes* приходитъ къ тому заключенію, что случаевъ самовозгаранія угля въ крупныхъ кускахъ почти не бываетъ: чѣмъ мельче уголь, тѣмъ легче онъ можетъ загорѣться и именно вслѣдствіе увеличенія поверхности соприкосновенія съ воздухомъ. Склады совершенно мелкаго угля весьма опасны. Съ увеличеніемъ сырости угля увеличивается также способность его поглощать газы, а чѣмъ болѣе эта способность, тѣмъ уголь становится опаснѣе. Складъ подобнаго угля, содержащаго болѣе 3⁰/₀ влаги, слѣдуетъ считать опаснымъ. Свѣже добытый уголь долженъ быть по возможности устраненъ отъ вліянія воздуха, чтобы избѣгнуть скорого нагрѣванія. Складывать уголь въ большомъ количествѣ вблизи источниковъ теплоты (паровыхъ котловъ, трубъ и т. п.) во всякомъ случаѣ не слѣдуетъ. По новѣйшимъ наблюденіямъ вентиляціонные ходы только увеличива-

ютъ опасность. По *Lewes*'у сырой уголь никогда не долженъ быть складываемъ въ штабеля выше $2\frac{1}{2}$ метровъ. Эта высота вполне соответствуетъ и нашимъ свѣдѣніямъ; при высотѣ въ 3 метра и при содержаніи до 30% мелкаго угля большею частью уже замѣчается сильное нагрѣваніе угля. Въ бывшихъ за послѣдніе два года случаяхъ самовозгаранія каменнаго угля на газовыхъ заводахъ (Данцигъ, Берлинъ и др.) уголь былъ всегда сложенъ въ кучи высотой 5 метровъ и болѣе“.

III. Взрывъ газовъ на судахъ.

Хотя взрывы газовъ на судахъ, нагруженныхъ углемъ, совершенно отличны отъ самовозгаранія (въ точномъ смыслѣ), но, съ другой стороны, газы освобождаются изъ скважинъ угля, въ особенности, когда въ одномъ какомъ либо мѣстѣ внутри угля началось самовозгараніе и, какъ мы уже видѣли, происходитъ *дистилляція* угля, обнимающая послѣдовательно все болѣе и болѣе пространство. Чтобы произошелъ *взрывъ* угле-водороднаго газа необходимы два условія: извѣстное процентное его содержаніе въ воздухѣ и приближеніе огня. Наибольшая сила взрыва имѣетъ мѣсто, если одинъ объемъ этого газа смѣшанъ съ двумя объемами кислорода, а такъ какъ атмосферный воздухъ содержитъ кислорода лишь одну пятую своего объема, то посему наибольшая сила взрыва будетъ тогда, когда на 10 объемовъ воздуха приходится одинъ объемъ угле-водороднаго газа. Въ такомъ случаѣ сила давленія на одинъ квадратный дюймъ = 210

фунтамъ или около 13 атмосферамъ. Съ увеличе-
ніемъ числа объемовъ воздуха, приходящихся на
одинъ объемъ газа, сила взрыва уменьшается; если
таковыхъ 18, то смѣсь горитъ спокойно; обратно,
если воздуха слишкомъ много, напр. 5 объемовъ
на 1 объемъ газа, то подобная смѣсь не способна
поддерживать горѣніе и свѣча потухаетъ.

Такъ какъ освобожденіе газа изъ поръ угля весь-
ма облегчается вслѣдствіе удара и вообще размель-
ченія его, то слѣдуетъ ожидать, что наибольшее
накопленіе газовъ на судахъ, нагруженныхъ углемъ,
произойдетъ при самомъ началѣ нагрузки или же
немного позже, а потому *именно въ это время*,
вслѣдствіе неосторожности, можетъ происходить
взрывъ. Это заключеніе въ полной мѣрѣ оправды-
вается на практикѣ, какъ явствуется изъ слѣду-
ющей таблицы:

Число дней, протекшее послѣ нагрузки.						Число случаевъ.
Въ самый день нагрузки						1
»	1-й	»	послѣ нагрузки	. . .		3
»	2-й	»	»	»	. . .	3
»	3-й	»	»	»	. . .	3
»	4-й	»	»	»	. . .	3
»	5-й	»	»	»	. . .	2
»	7-й	»	»	»	. . .	1
»	8-й	»	»	»	. . .	1
»	13-й	»	»	»	. . .	1
Всего . . .						18

Такимъ образомъ наибольшее количество взрывовъ бываетъ въ 1—4 день послѣ нагрузки. Какъ часто случаются взрывы газовъ на судахъ, нагруженныхъ углемъ, явствуетъ изъ того, что въ теченіе 10 лѣтъ (1871 по 1880) на однихъ лишь англійскихъ корабляхъ насчитываютъ 71 такихъ взрывовъ ¹⁾. Изъ числа 14 случаевъ, происходившихъ въ 1876 по 1887 г., въ 10 случаяхъ уголь добытъ былъ въ западной части Англій (Wales, Cardiff), въ 2 случаяхъ—въ восточной части Англій, а относительно двухъ остальныхъ свѣдѣній не имѣется ²⁾.

Относительно вышеупомянутыхъ 71 случаевъ взрывовъ мы имѣемъ слѣдующія статистическія данныя, касающіяся пятилѣтняго періода (1871—1875), до заявленія англійской комиссіей и за слѣдующее затѣмъ пятилѣтіе (1876—1880); съ обозначеніемъ количества угольнаго груза и отношенія числа случаевъ взрыва къ количеству груза: (см. стр. 67).

Англійская комиссія, какъ увидимъ ниже, выразила мысль, что вентиляція угля посредствомъ особенно устроенныхъ деревянныхъ каналовъ скорѣе вредна, чѣмъ полезна, и въ этомъ именно обстоятельстве нѣкоторые усматриваютъ причину увеличенія взрывовъ послѣ 1875 года (46 противъ 25). По нашему мнѣнію, причину слѣдуетъ искать въ увеличившемся въ теченіе пятилѣтія 1876—1880 количествѣ груза (отъ 23,6 до 27,2 милл. тоннъ). Кромѣ увеличенія массы угля, а слѣдовательно увеличившагося (*ceteris paribus*) количества освободив-

¹⁾ Rowan, l. c. pg. lv u. lii (*Appendices*).

²⁾ Döring, l. c. pg. 20—23.

Годы.	Число тоннъ угля.	Число взры- вовъ въ тоннѣ.	Число взры- вовъ на каж- дую 250,000 тоннѣ.
1871	23,511,278	5	0,053
1872	23,354,352	3	0,032
1873	23,115,001	9	0,097
1874	23,536,429	4	0,042
1875	24,674,871	4	0,041
Сумма	118,191,911	25	0,265
Среднее	23,638,382	5	0,053
1876	26,677,483	9	0,084
1877	25,830,050	10	0,097
1878	26,046,673	13	0,125
1879	27,773,999	7	0,063
1880	29,650,695	7	0,059
Сумма	135,978,900	46	0,428
Среднее	27,195,780	9,2	0,086

шихся при нагрузкѣ газовъ, слѣдуетъ принимать во вниманіе и большее, вслѣдствіе этого, раздробленіе угольной массы, въ высшей степени способствующее освобожденію газовъ, заключенныхъ въ скважинахъ угля.

Мы имѣемъ и другой фактъ, повидимому также указывающій на опасность, которому нагруженное углемъ судно подвергается не только вслѣдствіе самовозгаранія угля, но и вслѣдствіе взрыва, нерѣдко его сопровождающаго. На восточномъ берегу Африки имѣются угольные склады, снабжающіе англійскія колоніи на этомъ берегу и близлежащихъ островахъ, а также торговые и военные англійскіе корабли. Въ слѣдующей таблицѣ

помѣщены данныя, касательно несчастій, случившихся съ 1868 по 1873 годъ съ судами, отправлявшимися изъ Англіи къ восточному берегу Африки:

Годы.	Число судовъ.	Грузъ въ тоннахъ.	Сгорѣли.	Пропали безъ вѣсти	Погибло людей.
1868	7	7073	6	1	30
1869	8	9405	5	3	84
1870	9	8499	7	2	42
1871	3	3050	—	3	78
1872	4	4053	—	4	86
1873	8	8421	6	2	55
Всего	39	40501	24	15	375

Достовѣрно извѣстно, что число людей, погибшихъ во время пожаровъ на означенныхъ 24 корабляхъ, не превышаетъ 17 и такимъ образомъ безъ вѣсти пропавшихъ оказывается 358 человѣкъ. Они могли погибнуть или вслѣдствіе внезапныхъ взрывовъ газа, разрушившихъ корабли, или же вслѣдствіе другихъ причинъ. Общественное мнѣніе въ Англіи указывало преимущественно на первую изъ этихъ причинъ, а потому въ парламентѣ выражено было порицаніе министерству торговли (Board of Trade) за дурной присмотръ съ его стороны за кораблями, нагружающимися углемъ и равно за качествомъ послѣдняго. Между тѣмъ какъ мнѣнія касательно пользы или вреда вентиляціи угля расходились, всѣ единогласно указывали на необходимость употреблять для перевозки угля крѣпкія и недавно построенныя суда; было указано также на сорта угля, особенно склонные къ самовозгаранію; *всѣми так-*

же признана опасность отъ нагруженія сырого угля и вообще отсыренія онаго. Все это повело къ тому, что страховыя преміи были возвышены и что вообще портовые смотрители и чиновники стали относиться внимательнѣе къ нагрузкѣ угля на суда, отправляемыя въ дальнее плаваніе ¹⁾.

IV. Средства для предотвращенія самовозгаранія угля и взрыва газа.

Съ цѣлью предотвращенія бѣдствій, происходящихъ отъ самовозгаранія угля на корабляхъ, предлагалось было нѣсколько средствъ, которыя однако не привели къ желаемому результату, а другія оказались прямо вредными, какъ могущія даже способствовать самовозгаранію.

Такъ капитанъ *Карпенгеръ* предлагалъ погружать въ угольную массу нѣсколько желѣзныхъ трубокъ, продыравленныхъ на днѣ, а верхнимъ открытымъ концомъ своимъ выходящихъ на палубу; отверстіе закрывается для того, чтобы влажность не могла проникать внутрь. Когда обнаруживается самовозгараніе, то въ эти трубки начинаютъ наливать воду, имѣющую двойную цѣль: гасить огонь и не давать воздуху доступа внутрь массы. Подобное же средство *Carpenter* предлагалъ и для сѣна ²⁾. Немного труда стоить, чтобы убѣдиться въ непригодности этого средства: оно не предотвращаетъ самовозгаранія, а имѣетъ лишь цѣлью тушить возникшій уже пожаръ. Но послѣд

1) *Elsner*, l. c. pgg. 229—234.

2) *Dingl. Polyt. Journ.* Bd. 98, (1845) pg. 245.

ній, какъ мы уже видѣли, возникаетъ не въ одномъ мѣстѣ, а въ нѣсколькихъ, и невозможно проводить трубки повсемѣстно. Если же ихъ будетъ немного и вода съ открытыхъ концовъ должна будетъ просачиваться дальше внутри плотныхъ слоевъ угольной массы, то смачиваніе угля, какъ мы уже сказали, только способно увеличить пожаръ.

Barben въ 1874 г. и *Glover* въ 1875 г. предлагали жидкую угольную кислоту, могущую тушить пожаръ и препятствовать его распространенію. Способъ этотъ оказывается во многихъ отношеніяхъ непрактичнымъ: едва-ли угольная кислота распространится по всей массѣ угля, тѣмъ болѣе, что жидкая угольная кислота при превращеніи въ газъ, причиняетъ сильный холодъ, вслѣдствіе чего осталая жидкость замерзаетъ и закрываетъ выходъ газу изъ желѣзной трубки. Угольная кислота можетъ оказать вредное вліяніе на пассажировъ и, кромѣ того, разъ уголь загорѣлся, то внутри его имѣются условія для самовозгаранія, которыхъ угольная кислота уничтожить и устранить не можетъ. Если даже ей удастся потушить пожаръ, то этимъ не устраняется возможность возникновенія его снова; мы уже неоднократно имѣли случай убѣдиться, что разъ начавшійся пожаръ неоднократно повторялся.

Loible съ цѣлью предупрежденія самовозгаранія угля какъ внутри судовъ, такъ и въ складахъ, предлагаетъ смѣшать его съ гашеной известью ¹⁾. Средство это столь же непрактично, какъ и преды-

¹⁾ *Zeischr. f. angew. Chemie*, 1892, pg 517.

дущее: малое количество примѣси не достигнетъ цѣли и поведетъ лишь къ издержкамъ и хлопотамъ; значительное же количество примѣшенное къ каменному углю извести понизитъ его горючесть. Кромѣ того, известъ, при обращеніи въ углекислую, поглощаетъ угольную кислоту, не поддерживающую горѣніе, а, напротивъ, препятствующую оному.

Много говорено было о вентиляціи угля въ складахъ и на судахъ, какъ о средствѣ, съ одной стороны охлаждающемъ массу, а потому предотвращающемъ возникновеніе пожара, а, съ другой стороны, какъ уносящемъ горючіе газы, а потому предотвращающемъ и взрывъ. Много слышалось мнѣній касательно вентиляціи, pro и contra; споръ продолжается и въ настоящее время, а потому считаемъ нужнымъ нѣсколько остановиться на этомъ вопросѣ:

Въ Англіи для вентилированія угольной массы (въ складахъ и на судахъ) предлагали устроить деревянную трубку, проникающую горизонтально чрезъ всю массу и имѣющую въ сѣченіи отъ 10—16 кв. дюймовъ; отъ этой трубы идутъ вверхъ и по сторонамъ отвѣтвленія, чрезъ которыя подымается горячій воздухъ и горючіе газы и уносятся прочь; въ обыкновенномъ же состояніи, эти каналы (wooden pipes) должны служить къ постоянному охлажденію угольной массы, а слѣдовательно и къ предотвращенію самовозгаранія. Такой способъ особенно предлагалъ *Thomas* въ 1878 году¹⁾, хотя и имѣлись

1) *I. W. Thomas «A treatise on Coal, Mine-gases and Ventilation».*

тогда уже данныя, указавшія на прямой вредъ, приносимый вентиляціонными каналами. Такъ три англійскія суда, нагруженные углемъ и отлично вентилированныя, на пути въ Аденъ погибли отъ самовозгоранія угля, между тѣмъ какъ четвертое судно, нагруженное *тѣмъ же сортомъ угля* и не снабженное вентиляціонными трубами, благополучно достигло Бомбея. Тѣмъ не менѣе Германскій *Lloid* въ *Bremerhaven*, гдѣ ежегодно расходуются 800,000 тоннъ угля, распорядился устроить подобную вентиляцію посредствомъ такихъ воздушныхъ каналовъ (*Luftkanäle, Lutten*) ¹⁾.—„Каналы эти, говоритъ *Richters*, могутъ имѣть цѣлью уносить теплоту, такъ какъ они, въ достаточномъ числѣ, раздѣляютъ всю угольную массу какъ бы на отдѣльныя части, но, съ другой стороны, эти же каналы, благодаря плохой своей конструкціи, оказываютъ рѣшительный вредъ (*sie wirken aber andererseits bei ihrer mehrentheils mangelhaften Beschaffenheit entschieden nachtheilig*). Всякій работающій въ шахтахъ, гдѣ находится легко воспламеняющійся уголь, знаетъ, что пожаръ начинается именно *въ томъ мѣстѣ*, гдѣ такой плохо сдѣланный каналъ соприкасается углю, то есть тамъ, гдѣ воздухъ, вслѣдствіе высыханія угля потерявшій часть своего кислорода, замѣняется свѣжимъ воздухомъ, содержащимъ должное количество этого газа. Каналы тогда лишь могутъ удовлетворять своему назначенію, если они склеены плотно и если они проникаютъ угольный складъ по всей его длинѣ или толщинѣ. Если же, вслѣд-

¹⁾ *Härke*, I. с. pg 11, 12.

ствіе плохой ли конструкціи или же дурнаго помѣщенія, они способствуютъ обмѣну воздуха внутри массы, то рѣшительно вредны. По моему мнѣнію, раздѣляемому многими практиками, самовозгараніе угля гораздо лучше можно предупредить плотною его засыпкою и совершеннымъ устраненіемъ каналовъ, чѣмъ устройствомъ послѣднихъ“¹⁾.

Относительно вентиляціи угля, *Percy* и проф. *Abel* подали королевской коммиссіи слѣд. свое заключеніе: „Что касается примѣненія вентиляціи съ цѣлью предупрежденія самовозгаранія угля, то единственная польза, которую можно бы отъ этого ожидать, состоитъ въ скорѣйшемъ унесеніи тепла (*rapid abstraction of heat*), развившагося внутри массы, и охлажденіи угля, предполагая, что холодный воздухъ обхватываетъ быстро всю массу. Но послѣднее подлежитъ большому сомнѣнію, такъ какъ сильное измельченіе угля на судахъ совершенно препятствуетъ свободному теченію воздуха по всей массѣ²⁾. Поэтому невѣроятно, чтобы при такихъ условіяхъ трудно проникающей сквозь измельченные части угля воздухъ могъ имѣть охлаждающее дѣйствіе. На самомъ же дѣлѣ жаръ усиливается болѣе и болѣе вслѣдствіе притекающаго свѣжаго воздуха, замѣняющаго собою воздухъ, прежде окружавшій частицы угля и уже отдавшій имъ свой кислородъ. Поэтому, вентиляція сильно способству-

1) *Richters, Dingl. Pol. Journ. Bd. 195, pg 455.*

2) „The mechanical (finely divided) condition of much of the coal constituting a cargo is quite antagonistic to the free passage of air through its mass“.

еть развитію теплоты (the development of heat would be most seriously promoted by ventilation“).

Что дѣйствительно вентиляція скорѣе способствуетъ самовозгаранію, доказываютъ, между прочимъ, отвѣты, доставленные королевской комиссіи капитанами кораблей. Изъ 40 судовъ, 37 *снабжены были вентиляціонными каналами* и пострадали отъ самовозгаранія угля; въ двухъ лишь случаяхъ вентиляціи не было, а одинъ случай самовозгаранія остался невыясненнымъ. Въ виду вышесказаннаго мнѣнія двухъ ученыхъ и несомнѣнныхъ фактовъ, вполне доказавшихъ вредъ вентиляціи, комиссія „не совѣтуетъ устраивать на судахъ сквозную вентиляцію угольнаго груза (It is inadvisable to attempt through ventilation of cargoes in coal-laden ships)“. Затѣмъ, комиссія рекомендуетъ озаботиться о безпрепятственномъ и постоянномъ отводѣ газовъ помощію *поверхностной вентиляціи* угля. Комиссія не считаетъ тушенія пожара на судахъ жидкой угольной кислотой цѣлесообразнымъ, такъ какъ, по ея мнѣнію, газъ этотъ не имѣетъ достаточно охлаждающаго вліянія. Въ случаѣ пожара, уже значительно развившагося, комиссія считаетъ полезнѣе для тушенія употреблять воду и паръ. *Rowan* считаетъ *поверхностную вентиляцію* угля на судахъ, предлагаемую комиссіею, не только бесполезною, но даже вредною и въ доказательство приводитъ увеличеніе случаевъ взрывовъ на англійскихъ корабляхъ послѣ 1875 года; но мы уже видѣли, что это обстоятельство вѣроятно слѣдуетъ приписать большому количеству нагружаемаго угля. Само собою разумѣется, что поверхностная вентиляція можетъ только

уносить взрывчатые газы, освобождающіеся изъ каменнаго угля и поднимающіеся поверхъ его массы; *предотвратить* же самовозгараніе внутри массы подобная вентиляція не можетъ, а устроить вентиляціонные каналы внутри угольной массы, какъ мы уже говорили, прямо опасно.

Заключеніе свое касательно самовозгаранія угля и способовъ предотвращенія онаго, англійская коммиссія формулировала въ слѣдующихъ семи пунктахъ:

1) Извѣстные сорта угля существенно опасны (*intrinsically dangerous*), когда идетъ дѣло о дальнихъ путешествіяхъ.

2) Раздробленіе угля во время его перевозки изъ шахты до корабля, нагрузка угля, содержащаго желѣзный колчеданъ (*pyritic coal*), и *влажнаго*, и въ особенности *вентиляція* *чрезъ всю массу угля* способствуютъ его самовозгаранію, хотя бы уголь годился для дальнаго путешествія.

3) Самовозгараніе угольныхъ грузовъ случалось бы рѣже, если бы судовладѣльцы и страховыя общества обращали вниманіе на вышесказанное.

4) Во время дальнаго плаванія температура разныхъ слоевъ угольнаго груза должна быть по временамъ измѣряема термометрами и записываема.

5) Съ цѣлью предотвращенія взрыва газа, не зависимо отъ люковъ, слѣдуетъ озаботиться о безпрепятственномъ и постоянномъ отводѣ взрывчатыхъ газовъ на открытый воздухъ, посредствомъ системы поверхностной вентиляціи угля, полезной при всякомъ состояніи погоды.

6) Съ цѣлью ознакомленія съ тѣми сортами угля,

которые въ особенности склонны къ самовозгаранію, инспектора угольныхъ копей должны быть увѣдомлены о всякомъ случаѣ самовозгаранія угля, извлеченнаго изъ ввѣренныхъ имъ шахтъ; равнымъ образомъ экспортеры должны постоянно вести списокъ всѣмъ сортамъ угля, нагруженнымъ на судахъ.

7) Особого законоположенія касательно провозки угля на судахъ не требуется; достаточно указать на вышензложенное инспекторомъ угольныхъ копей и дать подробныя предписанія чиновникамъ, надзирающимъ надъ угольными складами.

По инициативѣ комиссіи, составленной въ Бременѣ для изслѣдованія причины самовозгаранія угля, германское министерство внутреннихъ дѣлъ напечатало въ 1889 году общедоступное описаніе случаевъ самовозгаранія и средства для предотвращенія онаго ¹⁾. Эти средства суть слѣдующія:

1) *Измѣреніе температуры*: „Опасность самовозгаранія угля быстро увеличивается съ увеличеніемъ размѣра судовъ и продолжительности пути. Если плаваніе дальнее, то температура разныхъ частей угольнаго груза должна быть измѣрена и занесена въ корабельный журналъ. Если чрезъ это пожаръ и не всегда можно предотвратить, но, по крайней мѣрѣ, благодаря своевременно замѣченной возвышенной температурѣ, можно для тушенія начинающагося пожара употреблять воду или водяные пары или же, наконецъ, направить судно въ какой либо портъ. Въ виду опасности, угрожающей судну вслѣд-

¹⁾ *Steinkohlenladungen in Kauffhartschiffen; gemeinfassliche Darstellung ihrer Gefahren und der Mittel zu deren Verhütung; bearbeitet im Auftrage des Reichamtes des Innern. Berlin, 1889.*

ствіе размельченія угля отъ тряски и качки, слѣдуетъ послѣ каждой бури измѣрять температуру угольнаго груза посредствомъ стеклянныхъ трубокъ, въ которыхъ вставлены термометры“.

2) *Барометрическія наблюденія.* Съ уменьшеніемъ атмосфернаго давленія опасность касательно взрыва газа увеличивается, въ особенности, если паденіе барометра произошло внезапно и идетъ быстро. Пониженіе барометра служитъ предостереженіемъ и указываетъ на необходимость бѣльшей еще осторожности.

3) *Сильная поверхностная вентиляция,* съ цѣлью устраненія накопившихся между углемъ и палубою взрывчатыхъ газовъ. *Одного* отверстія для этой цѣли не только недостаточно, но даже опасно. Подобную вентиляцію слѣдуетъ устроить и въ обыкновенныхъ пароводныхъ угольныхъ камерахъ (Kohlenbunkern). Во всякомъ же случаѣ слѣдуетъ избѣгать вентиляціи *внутри* угольной массы, такъ какъ это способствуетъ разложенію угля и его самовозгаранію.

4) Въ угольный складъ на судахъ слѣдуетъ ходить только съ хорошо устроенною и безопасною предохранительною лампою. Уже при 2⁰/₀ количествѣ газа пламя имѣетъ видъ голубаго конуса, который послѣдовательно возрастаетъ при 3, 4, 4¹/₂ и 5⁰/₀, а при 5¹/₂⁰/₀ наполняетъ пламенемъ всю сѣтку.

Единогласное мнѣніе касательно *вреднаго дѣйствія* вентиляции угольной массы вполне подтверждаетъ высказанный нами взглядъ на причину самовозгаранія. Въ самомъ дѣлѣ, *вентиляция дѣйствуетъ*

вредно въ двухъ отношеніяхъ: доставляетъ частицамъ угля свѣжій воздухъ, стало быть—кислородъ, и (что, по нашему мнѣнію—главное) влажность, въ высшей степени способствующую химическому дѣйствію. Полагаемъ, что для предотвращенія самовозгаранія угля слѣдуетъ по возможности устранить доступъ до него воздуха и влажности, т. е.—держать его въ закрытыхъ со всѣхъ сторонъ и непроницаемыхъ для влажности камерахъ, раздѣленныхъ перегородками. Перегородки эти (сдѣланныя изъ деревянныхъ досокъ) окажутъ двойную пользу: содѣйствуя уменьшенію удара кусковъ угля другъ о друга и, стало быть, и раздробленія его на малые куски и, что главное—изолируя ту часть массы, гдѣ уже произошло повышеніе температуры, отъ остальной и не давая распространяться по всей массѣ ни теплотѣ, ни горючимъ газамъ. Подобное устройство не только можетъ предотвратить самовозгараніе внутри угольной массы, но можетъ въ значительной степени содѣйствовать уменьшенію случаевъ взрыва газа на судахъ, какъ потому, что уголь подвергается меньшей тряскѣ, стало быть менѣе освобождаетъ вредныхъ газовъ, такъ и потому, что послѣдніе изъ закрытыхъ со всѣхъ сторонъ камеръ труднѣе достигнутъ верхнихъ частей корабля. При всемъ томъ, мы признаемъ наружную, поверхностную вентиляцію угля полезною, какъ могущую отводить въ воздухъ газы, освободившіеся изъ угля и, не смотря на закрытый складъ его, все-таки поднявшіеся вверхъ. Эта поверхностная вентиляция, не способствуя устраненію самовозгаранія внутри угольной массы, содѣйствуетъ лишь умень-

шенію опасности отъ взрыва и поэтому полезна, но при томъ лишь условіи, чтобы вентиляціонный каналъ отнюдь не имѣлъ придаточныхъ вѣтвей, проникающихъ внутрь массы угля и могущихъ туда приносить свѣжій воздухъ и влажность.

Измѣреніе температуры въ разныхъ мѣстахъ угольной массы несомнѣнно полезно и чѣмъ большее число *термометрическихъ трубокъ* (трубокъ, внутри коихъ утверждены термометры) и чѣмъ чаще производятся наблюденія, заносимыя въ корабельный журналъ, тѣмъ лучше и вѣрнѣе можно усмотрѣть пожаръ отъ самовозгаранія угля въ самомъ его началѣ и принимать соотвѣтствующія мѣры. Трубки эти мы не совѣтуемъ дѣлать изъ желѣза, такъ какъ при прикосновеніи послѣдняго съ влажнымъ углемъ можетъ произойти окисленіе желѣза и возвышеніе температуры. На корабль „Stiermorg“, на разстояніи 500 морскихъ миль отъ Сейшельскихъ острововъ, произошелъ пожаръ, „вѣроятная причина приписывается *желѣзной мачтѣ, дѣйствовавшей какъ вентиляторъ*“ ¹⁾. Стержни изъ стекла довольно ломки и само стекло дурной проводникъ теплоты. Самое лучшее—это трубки мѣдныя, въ кои вставляются термометры, хотя онѣ и обходятся дороже. Можно употреблять и желѣзныя трубки, лишь бы часть прикасающаяся углю, была мѣдная; мѣдь отличный проводникъ тепла и весьма трудно окисляется. Въ случаѣ внезапнаго и быстрого пониженія барометра весьма важно производить (не задолго спустя) наблюденія термометровъ, такъ

¹⁾ Döring, 1. c. pg. 13.

какъ по мѣрѣ уменьшенія атмосфернаго давленія освобожденіе газовъ изъ угля всего легче.

V. Самовозгараніе древеснаго угля, угольнаго порошка и сажи.

Древесный уголь въ высшей степени поглощаетъ газы и сгущаетъ ихъ на своей поверхности, въ особенности же если онъ находится въ раздробленномъ состояніи. Древесный уголь, полученный изъ очень плотнаго дерева, обладаетъ въ высшей степени этимъ свойствомъ. Свѣжепрокаленный древесный уголь, по изслѣдованію *Viollet*, поглощаетъ изъ атмосферы кислородъ и сгущаетъ его приблизительно до 9 атмосферъ. Кромѣ того, древесный уголь всегда заключаетъ водородъ, даже будучи накаленъ до температуры плавленія платины. Обыкновенное содержаніе водорода бываетъ до 5% вѣса и чѣмъ ниже была температура обугливанія, тѣмъ количество содержащагося въ древесномъ углѣ водорода больше ¹⁾. Какъ велика способность поглощенія газовъ древеснымъ углемъ видно изъ слѣдующаго: По опытамъ Осмунда оказывается, что древесный уголь, нагрѣваемый до высокой температуры въ безвоздушномъ пространствѣ, освобождаетъ огромное количество газовъ: 1 килограммъ древеснаго угля освобождаетъ 170 литровъ смѣси газовъ, составленной изъ кислорода, водорода, азота, угольной кислоты, угле-водорода и окиси углерода ²⁾. Одинъ

¹⁾ *Journal f. pract. Chemie* T. 54, pg. 313.

²⁾ *Comptes rendus* 29 Octobre 1894.

объемъ буковаго угля можетъ поглотить 90 объемовъ амміака, 55 сѣроводорода, 35 угольной кислоты и 9 объемовъ кислорода. „Поглощеніе углемъ газовъ и паровъ, говоритъ Отто, сопровождается значительнымъ повышеніемъ температуры, которая можетъ возвыситься до того, что уголь загорится“ ¹⁾.

Дерево начинаетъ превращаться въ уголь при температурѣ, мало отличной отъ точки кипѣнія воды. При *этой* температурѣ уголь содержитъ еще значительное количество водорода и углеводорода и не столь скважистъ какъ уголь, полученный при низкой температурѣ. Древесный уголь, полученный при высокой температурѣ, болѣе плотенъ, а потому болѣе противостоитъ химическому дѣйствию сгущеннаго въ его порахъ кислорода. Но если уголь полученъ былъ при низкой температурѣ, то поглощенный имъ кислородъ быстро дѣйствуетъ на углеводородъ и водородъ, а слѣдствіемъ этого можетъ быть самовозгараніе. Болѣе чѣмъ вѣроятно, что многія, необъясненныя загоранія балокъ, близъ дымовыхъ трубъ находящихся, именно произошли такимъ образомъ. Дерево, нагрѣтое при 260° С., возгарается на воздухѣ при температурѣ 360°; если же дерево обуглено было при 127°, то достаточно 171° С. для самовозгаранія. Теперь представимъ себѣ деревянную балку, которая зимою, соприкасаясь съ печкою или паровой трубою, обуглилась на поверхности; лѣтомъ, когда топки не бываетъ, балка поглощаетъ воздухъ и влажность. Въ слѣдующую зиму опять

¹⁾ *Lehrb. der unorgan. Chemie*, Т. I, pg. 653, *Лохтинъ*, 1. с. стр. 23 и 39.

начинается нагрѣваніе, и обугливаніе продолжается; влажность выходитъ изъ поръ, и послѣднія, при низкой температурѣ, поглощаютъ много воздуха, кислородъ котораго производитъ возвышеніе температуры, могущее достигнуть горѣнія. Такимъ образомъ, заключаетъ *Lewes*, относительно древеснаго угля, полученнаго при *высокой* температурѣ, причина возвышенія температуры *чисто физическая*; въ углѣ же, полученномъ при *низкой* температурѣ, дѣйствуютъ два фактора — *физическій* и *химическій*, изъ коихъ послѣдній въ особенности опасенъ, какъ могущій причинять самовозгараніе ¹⁾. Въ предупрежденіе послѣдняго, древесный уголь не слѣдуетъ складывать въ кучи скоро послѣ его приготовленія, а слѣдуетъ долго продержатъ на свободномъ воздухѣ. Въ Бельгій свѣжеизготовленный древесный уголь подвергаютъ дѣйствию водянаго пара ²⁾.

Въ какой мѣрѣ древесный уголь легко подверженъ самовозгаранію, можно видѣть изъ слѣдующаго факта, цитируемаго *D-r Jackson*’омъ въ Нью-Йоркскомъ журналѣ *National Oil Journal*.. „Во время занятій въ моей лабораторіи, мнѣ понадобился древесный уголь для опытовъ съ паяльной трубкой, а потому я велѣлъ принести кусокъ угля изъ погреба. Такъ какъ онъ былъ влаженъ, то я положилъ его на печкѣ, близъ жестянаго сосуда съ водою, которая нагрѣвалась, но не доведена была до точки кипѣнія; чрезъ нѣкоторое время я снялъ съ печи уголь и положилъ его на столъ. Немного спустя, я

¹⁾ *Lewes*, l. c.

²⁾ *Прессъ, Общедоступное руководство для борьбы съ огнемъ*, СПб. 1893.

увидѣлъ, что весь кусокъ былъ въ огнѣ и сгорѣлъ весь, оставивъ лишь пепелъ. Это обстоятельство сразу навело меня на объясненіе явленія самовозгаранія: древесный уголь очень скважистъ и обладаетъ свойствомъ разлагать атмосферный воздухъ, поглощая кислородъ съ сравнительно малымъ количествомъ азота. Скважины угля сначала наполнены были влажностію; вслѣдствіе нагреванія, послѣдняя испарилась и кислородъ воздуха, занявшій мѣсто влаги, сгустился. Сгущеніе же кислорода обусловливало освобожденіе теплоты, достаточной для самовозгаранія угля. Я нарочно повторялъ опытъ и всегда съ успѣхомъ. Эти факты весьма важны, такъ какъ они не только объясняютъ легкую воспламеняемость древеснаго угля, но еще могутъ пояснить намъ причину нѣкоторыхъ пожаровъ. Весьма часто дерево, лежащее вблизи паровыхъ трубъ или котловъ или же вблизи обыкновенныхъ печей, благодаря продолжительному съ ними прикосновенію, обугливается; вышеизложенное же доказываетъ, что дерево легко можетъ возгорѣться даже при невысокой температурѣ¹⁾.

Мы ниже изложимъ опыты *Hargreaves* относительно измелеченнаго угля, изъ коихъ оказывается, что уголь способенъ самовозгаться даже 36 часовъ послѣ его гашенія. Основываясь на этомъ фактѣ, а также на томъ, что въ деревняхъ уголь выгребаютъ изъ печей чрезъ каждые 24 часа, г. Лохтинъ весьма основательно объясняетъ частые пожары, случающіеся у насъ въ деревняхъ, небрежнымъ обращеніемъ съ углемъ, тлѣющимъ подъ золою.

¹⁾ *Elsner*, l. c. pg. 90—91.

Изъ опыта *Hargreaves* можно заключить, говорить г. Лохтинъ, что къ самовозгаранію способенъ только уголь прокаленный, или даже только охлажденный безъ доступа воздуха; въ данномъ случаѣ уголь былъ прокаленъ и охлажденъ въ закрытой ретортѣ. Обстоятельство это весьма важно и его можно обобщить такимъ образомъ, что свѣжепрокаленный древесный уголь способенъ загораться самъ собою и что, чѣмъ меньше прикасался уголь съ воздухомъ во время и послѣ гашенія, тѣмъ болѣе предрасположенъ онъ къ самовозгаранію, когда его коснется воздухъ. Уголь въ печахъ, и особенно въ крестьянскихъ, прежде чѣмъ онъ погаснетъ, зарываютъ обыкновенно въ золу, гдѣ онъ и гаснетъ, оставаясь болѣе или менѣе изолированнымъ отъ воздуха; когда его разроютъ или выбросятъ изъ печи, онъ легкоспособенъ самовозгораться, вслѣдствіе внезапнаго поглощенія кислорода воздуха. Нужно замѣтить, что уголь умышленно зарываютъ въ золу: въ комнатныхъ печахъ, для того, чтобы сдѣлать печь горячѣй на болѣе долгое время, а въ крестьянскихъ печахъ и для того, чтобы имѣть всегда огонь и жаръ подъ рукой, или чтобы сохранить огонь до слѣдующей топки.

„Печная зола, кромѣ прегражденія доступа воздуха при охлажденіи угля, играетъ весьма важную роль при самомъ самовозгараніи: благодаря ей, древесный уголь можетъ уже загораться самъ собою относительно въ небольшомъ количествѣ, между тѣмъ какъ для каменнаго угля это возможно лишь въ большихъ кучахъ. Будучи худымъ проводникомъ теплоты, зола позволяетъ концентри-

роваться въ углѣ теплотѣ, происходящей отъ поглощенія кислорода въ томъ случаѣ, когда уголь выгребенъ изъ печи и выброшенъ вмѣстѣ съ ней. На сколько важно это обстоятельство, видно изъ опытовъ профессора Мейдингера, который нашелъ, что даже самый трудногорючій и труднозажигающійся матеріалъ, каковы коксъ и антрацитъ, зажигается легко и горитъ безъ перерыва, если нѣкоторое его количество заключено въ узкомъ пространствѣ, ограниченномъ худыми проводниками теплоты. Чугунныя цилиндрическія комнатныя печи, наполняемыя коксомъ или каменнымъ углемъ, устроены на этомъ принципѣ. Само собою разумѣется, что если угля въ золѣ много, то самовозгараніе его легче, чѣмъ въ томъ случаѣ, когда отдѣльные куски его заключены въ золѣ въ небольшомъ количествѣ. Подтвержденіемъ для всего сказаннаго могутъ служить многіе факты, часто примѣчаемые и въ общежитіи. Только вслѣдствіе способности угля къ самовозгаранію, а золы — къ сохраненію въ немъ этого свойства на долгое время, возможно то, что огонь собирается въ нашихъ деревенскихъ печахъ сутки и болѣе, такъ что зажиганіе топлива крестьянками производится нерѣдко углемъ отъ предыдущей топки. Объяснять подобное сохраненіе огня въ печи тѣмъ, что угли и не потухали, а горѣли все время, нельзя потому, во-первыхъ, что угля не хватило бы для горенія въ теченіе сутокъ и болѣе; во-вторыхъ, потому, что доступъ воздуха къ углю прегражденъ золою и тѣмъ, что печь закрыта вьюшками, дверцами и заслонками, и, наконецъ, потому, что горѣніе угля

въ такомъ случаѣ должно быть неполнымъ, т. е. отдѣлять изъ печи въ жильѣ окись углерода, ядовитый газъ, производящій угаръ уже въ ничтожныхъ количествахъ. При тушеніи раскаленнаго угля въ чугунныхъ котлахъ, какъ это часто дѣлается въ кухняхъ, можно замѣтить подобное же явленіе. Снимая съ котла крышку чрезъ разные промежутки времени, можно замѣтить, что уголь разгорается каждый разъ вновь. Если крышка прилегала къ котлу совершенно плотно, и если уголь былъ сверху засыпанъ золою, то онъ способенъ загорѣться самъ собою уже послѣ охлажденія, если его предоставить вдругъ дѣйствію воздуха.

„Уголь отличается, такимъ образомъ, замѣчательной и нѣсколько парадоксальной способностью гаснуть скорѣе въ томъ случаѣ, если онъ не вполне изолированъ отъ воздуха (напр., въ трубѣ самовара или въ печи сверхъ золы), чѣмъ въ случаѣ заключенія его въ раскаленномъ состояніи въ пространство, изолирующее его отъ воздуха. Изъ всего этого видно, что выгребанія золы и угля изъ печей и выбрасываніе ихъ на дворъ, по сосѣдству съ различными горючими матеріалами, какъ это дѣлается у насъ въ деревнѣ — манипуляція весьма опасная, въ особенности, если золы и угля выбрасываютъ вдругъ много и недолго спустя по окончаніи топки. Не зная объясненной выше способности угля къ самовозгаранію, естественно предполагать, что если зола уже остыла, то опасности отъ новаго возгаранія угля нѣтъ; но оказывается, что здѣсь не столько важно охлажденіе, сколько то, много-ли оставалось въ печи золы и угля, и какъ

былъ покрытъ послѣдній золою. Не невѣроятно, поэтому, что въ числѣ „неизвѣстныхъ причинъ“, отъ которыхъ погораютъ наши крестьяне, заключается и неосторожное выгребаніе изъ печей и выбрасываніе на дворъ золы и угля, или собираніе золы въ деревянную посуду» (1).

Г. Лохтинъ указываетъ на нѣсколько случаевъ пожаровъ, возникшихъ въ С.Петербургѣ въ 1876 г., на которые градоначальникъ счелъ нужнымъ обратить вниманіе обывателей. Пожары эти произошли отъ неосторожнаго обращенія съ выгребаемыми изъ печей угольями и горячей золой, въ которой заключались мелкія части горящихъ углей. Такіе угли и золу высыпали въ разные, иногда даже деревянные сосуды, и оставляли ихъ безъ всякаго вниманія. Въ одномъ случаѣ пожаръ произошелъ оттого, что зола находилась въ корридорѣ и, вслѣдствіе притока свѣжаго воздуха, угли разгорѣлись. Если въ столицѣ, замѣчаетъ г. Лохтинъ, пожары происходятъ иногда отъ неосторожнаго обращенія съ углемъ и золой, выгребаемыми изъ печей, то еще чаще можно ожидать ихъ въ крестьянскихъ селеніяхъ, гдѣ лежащіе повсюду легко горючіе материалы (солома, сѣно, истлѣвшій навозъ, щепки, остатки льна и конопли и пр.), какъ нельзя болѣе облегчаютъ возгораніе и распространеніе огня, и гдѣ вошло въ повсемѣстный обычай выгребать изъ печей золу и уголь каждый день, чего въ комнатныхъ печахъ не дѣлаютъ. Въ „Казанскихъ Губернскихъ Вѣдомостяхъ“ опубликованъ слѣд. слу-

(1) Лохтинъ 1. с. стр. 24—26.

чай пожара: солдатъ изъ казармъ продалъ мелочному торговцу кулъ углей. Угли были уворованы и потому принесены вечеромъ; торговецъ ссыпалъ ихъ торопясь, заперъ и ушелъ домой. Возлѣ угольнаго ларя стоялъ керосинъ; угли, должно навѣрно полагать, не были хорошо затушены, почему и разгорѣлись; керосинъ вспыхнулъ и сгорѣли лавка и два дома (*Голосъ*, 1875, № 130).—

Явленіе самовозгаранія угольнаго порошка въ первый разъ было наблюдаемо и описано *Cossigny* въ 1780 г. Ему удалось произвести воспламененіе угольнаго порошка посредствомъ сильныхъ ударовъ молота. Большею частью это случается на пороховыхъ фабрикахъ, гдѣ уголь, прежде смѣшенія его съ сѣрою и селитрою, раздробляется чрезвычайно мелко. Такъ было на пороховой фабрикѣ въ *Essone* въ 1802 г., въ 1824—въ *Bouchet*, и въ 1825 г.—въ *Esquerdes*.

Самовозгараніе угольной массы, происшедшее въ Мецѣ въ 1828 г., вслѣдствіе чего чуть не взорвался весь пороховой погребъ, обратило на себя вниманіе французскаго правительства и побудило его къ изслѣдованію самаго явленія, съ цѣлью его предотвращенія. Полковникъ артиллеріи *Aubert* въ 1828 году предпринялъ рядъ опытовъ, результаты которыхъ имъ обнародованы были въ 1830 г. (1).

Взяты были 100 килогр. сухаго черемховаго дерева, отъ обугливанія котораго получилось 25 кил. угля. Послѣ охлажденія послѣдняго 10 кил. раздроблялись помощію бронзовыхъ шаровъ (35 кил. вѣса

(1) *Annales de Chimie et de Physique* Sept. 1830, pg 73, см. также *Pogg. Ann.* Bd XX, 1830, рз. 451.

и 10 mm. діаметра) внутри кожаныхъ барабановъ; шары дѣлали 30 оборотовъ въ минуту, причемъ температура никогда не превосходила 25° — 30° C. Такимъ образомъ, въ теченіе дня получились 80 кил. угольной массы, до того мелко истолченной, что „имѣла видъ какъ бы масляной жидкости“; масса помѣщена была въ двухъ бочкахъ. На слѣдующее утро масса возгорѣлась сама собою и то же самое повторилось и на слѣдующій день, хотя къ одной изъ бочекъ воздухъ свободнаго доступа не имѣлъ. При третьемъ опытѣ темпер. два часа спустя послѣ размелченія угля оказалась 40° , спустя же 9 часовъ— 70° , спустя 15 ч. достигла 75° , послѣ чего температура быстро увеличивалась и, спустя 20 часовъ, масса воспламенилась. Горѣніе началось на глубинѣ 10—15 сантиметровъ ниже свободной поверхности угля въ бочкѣ и на 10 ст. выше дна оной; температура комнаты= 11° C. Воздухъ въ бочкахъ не измѣнялся и не содержалъ углекислоты (такъ какъ не производилъ осадка въ известковой водѣ). Затѣмъ 25 грановъ угольнаго порошка положены были подъ стеклянный колоколь, открытымъ отверстіемъ погруженный въ воду. Три дня спустя, весь угля увеличился на полтора грана; 146 куб. сант. воздуха были поглощены. Изъ всѣхъ опытовъ *Albert* получилъ слѣд. результаты:

1) Въ размельченномъ видѣ уголь поглощаетъ воздухъ гораздо быстрее, чѣмъ уголь цѣльный; но при всемъ томъ поглощеніе это продолжается въ теченіе нѣсколькихъ дней и сопровождается освобожденіемъ теплоты, могущей достигнуть 170° — 180° и причинить самовозгараніе.

2) Самовозгараніе начинается около центра угольной массы, на 12—15 сантим. ниже свободной ея поверхности; въ этомъ мѣстѣ температура всего выше. Поэтому, по бокамъ массы имѣеть мѣсто нисходящій потокъ воздуха, загибающійся къ срединѣ и тамъ принимающій вертикальное направленіе, не нагрѣвая нижней части массы. Вся теплота сосредоточивается въ срединѣ; остальная же часть угольной массы, дѣйствуя какъ дурной проводникъ, способствуетъ этому сосредоточиванію.

3) Измѣненія барометра, термометра и гигрометра, повидимому, не имѣютъ вліянія на самовозгараніе.

4) Черный, сильно-прокаленный уголь загорается легче, чѣмъ мало-прокаленный, бурый уголь.

5) Для проявленія самовозгаранія черный уголь (наиболѣе этому подверженный) долженъ быть въ-сомъ по меньшей мѣрѣ 30 килограммовъ; чѣмъ уголь труднѣе самовозгарается, тѣмъ масса его должна бѣть значительнѣе.

6) Самовозгараніе наступаетъ тѣмъ скорѣе и вѣрнѣе, чѣмъ менѣе прошло времени между обугливаніемъ и превращеніемъ угля въ порошокъ.

7) Для этого явленія воздухъ составляетъ не только необходимое условіе, но еще долженъ имѣть свободный доступъ къ поверхности угольной массы.

8) Увеличеніе вѣса угля до момента самовозгаранія не зависитъ отъ одного только поглощенія воздуха, но отчасти и отъ поглощенія влажности.

9) Во время превращенія угля въ порошокъ воздухъ отъ соприкосновенія съ углемъ не измѣняется и остается таковымъ же до наступленія момента самовозгаранія.

10) Сѣра или селитра, примѣшанная къ углю, мѣшаютъ его способности самовозгаранія и вотъ вѣроятно причина, почему порохъ не имѣетъ способности самовозгаранія; впрочемъ и тогда поглощеніе воздуха и возвышеніе температуры имѣютъ мѣсто, а потому, ради предосторожности, не слѣдуетъ сыпать означенной смѣси большими массами.

Результаты опытовъ *Aubert'a* подтверждены были дальнѣйшими наблюденіями на французскихъ пороховыхъ заводахъ. Уголь въ размельченномъ состояніи воспламеняется самъ собою, если пульверизація совершалась скоро послѣ обугливанія и если масса была значительная. Если пульверизація совершалась 24—36 часовъ послѣ обугливанія и если порошокъ содержался въ бочкахъ, количествомъ 80—100 фунтовъ, то температура постоянно возростала и спустя 6—10 часовъ до такой степени возвышалась посрединѣ массы и нѣсколько дюймовъ надъ поверхностію, что уголь воспламенялся; послѣдняго явленія однакоже не случалось, когда взята была масса лишь въ 30—35 фунтовъ. Если пульверизація происходила 5—6 дней послѣ обугливанія, то уголь, уже насыщенный воздухомъ, не возгорался, а только нагрѣвался. Присутствіе сѣры или селитры уменьшало способность угля всасывать воздухъ, а потому и мѣшало самовозгаранію (1).

По мнѣнію *Davies*, свѣжій древесный уголь содержитъ нѣкоторое количество калия, входящаго въ

(1) *Verhandl. des Vereins zur Beförderung des Gewerbflusses in Preussen*, 1832, pg 234.

его скважины и остающагося тамъ до дѣйствія на него воздуха и водяныхъ паровъ. Кислородъ воздуха соединяется съ калиемъ и этимъ объясняется увеличеніе его вѣса. Чѣмъ скорѣе совершается пульверизація угля, тѣмъ скорѣе совершается окисленіе калия и происходитъ самовозгараніе. Вотъ почему *Aubert* не замѣтилъ самовозгаранія при смѣшеніи древеснаго угля съ сѣрою, ибо калий соединялся съ сѣрою. То же самое бываетъ и съ селитрою. *Томсонъ* также принимаетъ мнѣніе *Davies* и приписываетъ самовозгараніе пирофоровъ содержанію калия ¹⁾).

По опытамъ *Hargreaves*, угольный порошокъ, приготовленный 24 часа послѣ обугливанія и оставаемый въ открытыхъ сосудахъ, нагрѣвается мало по-малу и спустя 36 час. воспламеняется. Если же пульверизація имѣла мѣсто три дня послѣ обугливанія, то повышенія температуры не замѣчается. Притомъ многіе опыты показали, что древесный уголь въ продолженіе 36 часовъ послѣ вынутія изъ реторты продолжаетъ поглощать кислородъ ²⁾).

Въ 1831 г. *William Hadfield* производилъ опыты надъ самовозгараніемъ размельченнаго угля. Въ своемъ первомъ мемуарѣ ³⁾ авторъ указываетъ на нѣсколько фактовъ, подтверждающихъ результаты *Aubert'a*. Такъ 20 — 30 центнеровъ измельченнаго угля способны сами возгараться; при меньшихъ же массахъ рѣже. Однажды при возкѣ угля по

¹⁾ *Dingl.* Bd 50, pg 22

²⁾ *Dingl. Polyt. Journ.* Bd 212, pg 159. (1874).

³⁾ *The London and Edinburgh Philos. Magaz. and Journal of Science*, Iulii 1833.

улицамъ Манчестера въ 11 час. вечера нельзя было ничего замѣтить, а въ 5 час утра все пылало; слѣдуетъ замѣтить, что уголь заготовленъ былъ три дня прежде и послѣ обугливанія *хорошо охлажденъ*. Указываются и на другіе факты самовозгаранія угля, вѣроятно зависѣвшіе отъ его измельченія. Такъ, напр., для фабрикаціи пороха 2000 фунтовъ угля измельчены были и сложены въ кучу; на слѣдующій день куча воспламенилась.

Опыты *Hadfield'a* состояли въ слѣдующемъ:

1) Взяты были 120 фунтовъ угольного порошка, насыпаны въ бочку, и въ средину массы опущена была свинцовая трубка съ термометромъ. Начальная температура массы была $15,5^{\circ}\text{C}$; чрезъ два дня она оказалась $=23^{\circ},3$ и опять спустя два дня $=15^{\circ},5$ (какъ окружающій воздухъ). Уголь заготовленъ былъ за нѣсколько недѣль и лежалъ на открытомъ воздухѣ.

2) Опытъ повторенъ былъ прежній. Температура воздуха была $=16^{\circ},6$ C; темп. угля $=21^{\circ},1$; спустя 24 часа $=32^{\circ},2$, чрезъ 36 часовъ $=43^{\circ},3$, а спустя 48 часовъ $=48^{\circ},8$; затѣмъ температура начала уменьшаться и чрезъ 24 часа опять $=21^{\circ},1$.

3) Опытъ тотъ же. Спустя 36 часовъ темп. угля оказалась $54^{\circ},4$, а затѣмъ снова $21^{\circ},1$.

4) Взяты 10 центнеровъ свѣже-изготовленнаго измельченнаго угля и помѣщены въ винную бочку, куда опущена свинцовая трубка съ термометромъ; бочка сбоку имѣла нѣсколько отверстій для доступа воздуха къ угольной массѣ. Поутру темп. массы $=21^{\circ},1$ C; вечеромъ того же дня она оказалась уже $32^{\circ},2$, на слѣдующее утро $65^{\circ},5$, а еще чрезъ

сутки— $82^{\circ},2$; на глубинѣ 5—6 дюймовъ надъ поверхностію усмотрѣно самовозгараніе массы. Должно замѣтить, говоритъ *Hadfield*, что самовозгараніе угольнаго порошка всегда начинается близко къ свободной его поверхности, а если онъ насыпанъ у стѣны, то вблизи послѣдней.

5) 13 окт. 1831 г. насыпана была масса измелченаго угля (10 □ фут. и 4 ф. вышины, вѣсомъ 2—3 тоннъ). Въ теченіе трехъ дней темп. массы съ $13^{\circ},9$ С. повысилась до $32^{\circ},2$; 19-го окт. она была уже $=65^{\circ},5$, а 20 окт. усмотрѣно было самовозгараніе въ нѣсколькихъ мѣстахъ. Начали массу поливать водою; но 21 окт. масса снова загорѣлась въ нѣсколькихъ мѣстахъ и это продолжалось до тѣхъ поръ, пока масса не раздѣлена была на мелкія кучки. Уголь заготовленъ былъ 10—12 дней до опыта.

6) Въ сосудъ, наполненный чистымъ кислородомъ, положена была одна унція угольнаго порошка. Спустя 24 часа не оказалось и слѣда угольной кислоты, и тоже самое наблюдалось три дня сряду (1).

Въ Журналѣ: „*Vereinsblatt der deutschen chemischen Gesellschaft*“ говорится слѣдующее о самовозгараніи угольнаго порошка: Древесный уголь, свѣже приготовленный, вынутый изъ реторты и затѣмъ измелченный и выставленный на воздухъ, постепенно начинаетъ нагрѣваться до такой степени, что спустя 36 часовъ, при безпрепятственномъ къ нему доступѣ воздуха, воспламеняется. Если же пульверизація имѣла мѣсто три дня послѣ

1) *Journ. f. techn. und ökonom. Chemie, von Erdmann. Bd. XVII, pgg 467—470.*—

вынутія угля изъ реторты, то явленіе это не замѣчалось. Хотя дѣло идетъ объ угольномъ порошокѣ, но слѣдуетъ замѣтить, что сказанное вполне приложимо и къ складамъ древеснаго угля, при коихъ размельченіе послѣдняго и даже превращеніе части онаго въ порошокъ неизбѣжно и представляетъ собою явленіе обычное.

Въ виду сказаннаго, размельченный, свѣже-приготовленный древесный уголь представляетъ большую опасность и это обстоятельство слѣдуетъ имѣть въ виду при тѣхъ промыслахъ, гдѣ древесный уголь употребляется постоянно.

Съ своей стороны, *D-r Jackson* въ Бостонѣ напечаталъ въ 1877 году слѣд. свое наблюденіе:

„Три раза наблюдалъ я самовозгараніе древеснаго угля при температурѣ низшей кипѣнія воды. Первое наблюденіе сдѣлано мною случайно: мнѣ на лекціи хотѣлось показать искусственный вулканъ. Для этой цѣли я наложилъ жидкую пороховую смѣсь на печку для просушки, затѣмъ взялъ угольный порошокъ (продаваемый въ аптекахъ для чистки зубовъ) и завернувъ его въ бѣлую бумагу, положилъ также на печку поверхъ горшка, въ которомъ находился жидкій порохъ. Скоро потомъ я снялъ съ горшка бумагу съ угольнымъ порошкомъ и положилъ на столъ. Когда же я минутъ чрезъ двадцать приблизился въ столу, то увидѣлъ, что бумага дымится и что внутри угольный порошокъ совершенно сгорѣлъ. Что же касается пороховой массы, то таковая все время простояла на печкѣ и не загорѣлась“⁽¹⁾.

¹⁾ *Elsner*, l. c. pg 89 — 90.

По изслѣдованіямъ Абея въ 1880 г. оказывается, что смѣсь воздуха съ 3—4% углеводорода и мелкой угольной пылью весьма легко воспламеняется, при чемъ мелкость самага угля играетъ главную роль. Въ 1890 г. учреждена была въ Англіи комиссія для изслѣдованія опасности отъ угольной пыли. Комиссія результаты своихъ изслѣдованій и мѣры къ предупрежденію самовозгаранія издала подъ заглавіемъ „*Coal dust Theory of great Colliery Explosions*“ и благодаря этимъ мѣрамъ въ Англіи за послѣднее десятилѣтіе количество человѣческихъ жертвъ уменьшилось на половину (1).

Все сказанное объ измельченномъ углѣ въ высшей степени примѣняется къ сажѣ, полученной отъ сжиганія смолы, дегтя и масла, причемъ горѣніе сопровождается темнокраснымъ пламенемъ. Сажа, полученная при температурѣ 350°, содержитъ много водорода и кислорода. Такъ какъ мы тутъ имѣемъ дѣло съ крайне мелкими частицами, коихъ вѣсъ весьма малъ сранительно съ поверхностію, то и количество поглощенныхъ сажею газовъ весьма значительно и прилегающъ они къ частицамъ сажи столь плотно, что съ большимъ лишь трудомъ могутъ быть удалены. Такъ, напр., сажа можетъ поглощать количество амміака въ сорокъ разъ бѣльшее собственаго своего объема, а по изслѣдованіямъ Эрмманна и Viollet поглощенные сажею кислородъ и водородъ не могутъ быть совершенно удалены, даже накаленіемъ до 1500°. Благодаря своей размельченности, сажа изъ атмосферы по-

1) Къ сожалѣнію, мы не имѣли возможности ознакомиться съ означеннымъ трудомъ Комиссіи.

глощаетъ не только кислородъ, но и влажность и поглощеніе это нерѣдко сопровождается развитіемъ теплоты, доходящимъ до самовозгаранія. Чтобы судить о количествѣ сгущеннаго сажею кислорода, стоить только припомнить, что она обладаетъ довольно сильнымъ раскисляющимъ свойствомъ: по наблюденіямъ *Otto Graham* сажа окись свинца превращаетъ въ металлическій свинецъ ¹⁾. По словамъ *Schröcker'a*, на тѣхъ заводахъ, гдѣ происходитъ осажденіе угольной пыли, работники подвержены такой же опасности отъ взрыва, какъ и въ шахтахъ. Хотя причина подобныхъ взрывовъ въ точности неизвѣстна, но извѣстно, что таковыя, вслѣдствіе самовозгаранія угольной пыли, случаются гораздо чаще, чѣмъ вслѣдствіе прикосновенія ея къ пламени свѣчи и что взрыву всегда предшествуетъ поднятіе осѣвшей угольной пыли и, вѣроятно, освобожденіе горючихъ газовъ. Поэтому въ фабричныхъ помѣщеніяхъ не слѣдуетъ допускать сильнаго накопленія угольной пыли, а также и лампъ съ открытымъ пламенемъ ²⁾. Пожары отъ самовозгаранія сажи случались нерѣдко: на суднѣ «*Catherine*», шедшемъ изъ Портсмута въ Калькутту, сажа въ боченкахъ загорѣлась сама собою и зажгла весь корабль. Въ живописной мастерской произошло самовосгараніе сажи, сыпанной плотно въ боченокъ и тоже самое случилось на заводѣ, гдѣ приготовлялся лакъ ³⁾. Означенными свойствами

1) *Häpke*, l. c. pg. 42.

2) *Wagner, Jahresbericht über die Leistungen der chem. Technologie für 1889*, pg 3.

3) *Dingl. Pol. J.* 1827, pg 94; *Häpke*, l. c. pg 40.

сажи *Лохтинъ* старается объяснить частое горѣніе ея въ трубахъ и выкидываніе огня изъ трубъ. По изслѣдованіямъ *Viollet* оказывается, что уголь загорается тѣмъ легче, чѣмъ ниже была температура при его обугливаніи и чѣмъ онъ болѣе раздробленъ; эти же обстоятельства, какъ мы уже видѣли, благопріятствуютъ его поглощенію кислорода и возвышенію, вслѣдствіе этого, температуры. Но сажа, какъ полученная отъ *несовершеннаго горѣнія*, именно представляетъ собою уголь обуглившійся при низкой температурѣ и размельченный. Когда же сажа осѣла на стѣнки трубы, то поднимающійся при топкѣ горячій потокъ газовъ, заключающихъ въ себѣ мало кислорода (по изслѣдованіямъ *Фишера*, газы эти имѣютъ темп. 300° ,— 340° С. и содержатъ 7—16 % кислорода), отнимаетъ у осѣвшей прежде сажи часть поглощенного ею кислорода, а также и влажность, а по этому дѣлаетъ ее весьма воспріимчивою къ поглощенію обоихъ, когда топка прекратится и вслѣдствіе разрѣженного внутри печи воздуха, наружный воздухъ туда устремляется чрезъ трубу, принося осѣвшей тамъ сухой и лишенной части кислорода сажѣ влажность и кислородъ. Жадное поглощеніе ихъ сажею сопровождается сильнымъ повышеніемъ температуры, а самовозгараніе сажи въ трубѣ тѣмъ легче, что и стѣнки послѣдней еще не успѣли охладиться. Горѣніе же сажи въ трубѣ, благодаря малой высотѣ послѣдней надъ крышами крестьянскихъ домовъ, крытыхъ соломой, легко передается послѣдней и причиняетъ пожаръ (1).

1) *Лохтинъ*, 1. с. стр. 27—29.

За послѣднее время изобрѣтенный въ 1854 г. *Archereau* сжатый уголь (*Presskohle, Briquets*), состоящій изъ угольной пыли, смѣшанной съ горной смолой и сжатый въ формахъ, весьма много употребляется какъ топливо для паровозовъ, такъ и частными лицами. Употребленіе этихъ брикетовъ доставляетъ огромную экономію для желѣзно-дорожныхъ обществъ, а, съ другой стороны, каменноугольные копи получаютъ значительную выгоду отъ угольной пыли, которая прежде представляла собою лишь обремененіе (1). Эти брикеты весьма подвержены самовозгаранію. Въ теченіе трехъ лѣтъ (1889—93) въ одномъ только Берлинѣ случилось 54 случая самовозгаранія, изъ числа коихъ 45—отъ брикетовъ, 5—отъ шерстяныхъ тряпокъ, коими чистятъ машины и пропитанныхъ масломъ и 4—отъ самовозгаранія сажи и костяного порошка. Оказывается, что въ жаркое время года (отъ конца мая до августа) самовозгараніе брикетовъ случается всего чаще: такъ изъ числа вышеозначенныхъ 45 случаевъ, 37 падаютъ именно на эти мѣсяцы. Особенно замѣчательно воспламененіе брикетовъ, случившееся 24 мая 1892 г. въ Берлинѣ. Въ этотъ день, въ шесть часовъ утра, изъ массы брикетовъ въ двухъ мѣстахъ показался дымъ, хотя уже за нѣсколько дней прежде надъ массой замѣчалось

1) Не можемъ не упомянуть здѣсь о несчастномъ изобрѣтателѣ брикетовъ, спасшихъ жителей Парижа отъ холода во время осады 1871 г. Хотя Аршери и взялъ патентъ на свое изобрѣтеніе, но это принесло ему весьма мало выгоды. Парижское общество благотворительности назначило ему пенсію — ежедневно 20 су, которыми онъ долженъ былъ содержать себя и слѣпую дочь. Скончался въ 1893.

какъ бы легкое облако, съ виду похожее на водяные пары. Брикетъ начали тушить, но когда стали убирать кучу съ цѣлью добраться до горѣвшаго мѣста, показалось пламя. Нѣсколько часовъ сряду продолжалось тушеніе огня вызваною пожарною командою, но на третій день, 16 мая, оказалось, что горѣніе имѣло мѣсто на нѣсколькихъ пунктахъ, притомъ довольно отдаленныхъ отъ прежнихъ. Всего сгорѣло 27,000 брикетовъ. Изслѣдованіе показало, что они доставлены были изъ фабрики еще теплыми и что, незадолго послѣ укладки, *вся масса сильно была промочена дождемъ*. Когда же, вслѣдъ затѣмъ, просіяло солнце, то брикеты отъ нагрѣванія загорѣлись (1). Обращаемъ вниманіе читателей, что тутъ, подобно какъ и въ многочисленныхъ другихъ случаяхъ, влажность является если не главнымъ, то по крайней мѣрѣ весьма важнымъ факторомъ при явленіи самовозгаранія.

VI. Самовозгараніе хлопка.

Возгараніе хлопка въ складахъ и, въ особенности, на судахъ причиняетъ ежегодно не менѣе бѣдствій, чѣмъ самовозгараніе угля, благодаря громадному употребленію хлопка и привозу его въ Европу изъ Остъ-Индіи и сѣверной Америки. Изъ послѣдней ежегодно привозится въ Европу болѣе 8 миліоновъ тюковъ, изъ коихъ въ Ливерпуль около 3-хъ, а въ Бременъ около миліона тюковъ. Съ увеличеніемъ привоза хлопка по мѣрѣ распространенія ману-

1) *Härke*, l. c. pg 39—41.

фактуръ, въ ужасающей пропорціи увеличиваются бѣдствія отъ его воспламененія. Ежегодно погибаетъ масса хлопка на громадную сумму и подобные пожары, къ несчастію, не обходятся безъ человѣческихъ жертвъ. *Nautical Almanac* за декабрь 1887 г. содержитъ извѣстіе о 73 пожарахъ, происшедшихъ на англійскихъ судахъ вслѣдствіе воспламененія хлопка въ теченіе послѣднихъ пяти мѣсяцевъ 1887 года, изъ коихъ на августъ и сентябрь приходится 53. Не менѣе громадны убытки отъ пожаровъ хлопка въ складахъ: въ одной Англіи въ теченіе 1892 года случались пожары на 6 складахъ, причемъ хлопка сгорѣло на сумму около 4 миліоновъ рублей; въ томъ же году одинъ пожаръ хлопка въ Бостонѣ обошелся почти въ два миліона рублей (1).

Въ послѣднее время, не смотря на многочисленныя пожары отъ возгаранія хлопка, все болѣе и болѣе какъ между учеными, занимавшимися этимъ вопросомъ, такъ и между практиками распространилось мнѣніе томъ будто *чистый хлопокъ не подверженъ самовозгаранію и всѣ пожары хлопка зависятъ отъ неосторожнаго обращенія съ огнемъ*. Благодаря своей структурѣ, хлопокъ позволяетъ огню, попавшему на него въ видѣ искры, немедленно распространяться внутри массы и тамъ тлѣть продолжительное время, незримо для глаза и нечувствительно для обонянія, такъ какъ продукты медленнаго тлѣнія хлопка, благодаря его крайне-дурной теплопроводности и непроницаемости наружной влажности

1) *Härke*, l. c. pgg. 42, 59, 60; *Döring*, l. c. pg. VI.

внутри массы, могут оставаться внутри хлопка в течение многих недѣль (даже въ томъ случаѣ если кипа попала въ воду). Когда же, по какому либо случаю, вслѣдствіе ли разбуханія тюка или же ослабленія связывающихъ его обручей или вслѣдствіе другихъ причинъ, къ тлѣющему хлопку достигъ свѣжій воздухъ, то медленное его горѣніе вдругъ усиливается и обнаруживается пламенемъ, внезапно охватывающимъ всю массу. Обыкновенно указываютъ на крайнюю неосторожность американцевъ при собираніи и упаковкѣ хлопка: негры и другія присутствующія при этомъ лица имѣютъ обыкновеніе курить, причемъ окурки папиросъ и спички нерѣдко бросаютъ зря, не заботясь о томъ, что огонь можетъ попасть въ хлопокъ и тамъ тлѣть долгое время а затѣмъ загорѣться на судахъ или уже по прибытіи въ Европу. Въ подтвержденіе своего мнѣнія, указываютъ на то обстоятельство, что сортировка и упаковка хлопка въ Остъ-Индіи производится гораздо тщательнѣе, чѣмъ въ Америкѣ, откуда нерѣдко получается хлопокъ, смѣшанный съ посторонними веществами (хлопковыми сѣменами); самые же американскіе тюки плохо упакованы; хлопокъ торчитъ наружу и очень легко можетъ воспринимать искру. По этой причинѣ и пожары отъ хлопка на судахъ, идущихъ изъ Америки и вообще возгараніе американскаго хлопка случаются чаще, чѣмъ на судахъ, нагруженныхъ хлопкомъ Остъ-индскимъ.

Продолжительное тлѣніе огня внутри массы хлопка объясняютъ на основаніи строенія хлопкового волокна. Волокно это подъ микроскопомъ

представляется въ видѣ широкой и плоской ленты съ широкимъ каналомъ, *внутри наполненнымъ воздухомъ*. Последнее обстоятельство объясняетъ намъ, почему огонь можетъ тлѣть внутри хлопкового тюка, не смотря на сильное давленіе, претерпѣваемое массою извнѣ, несмотря также на кажущееся отсутствіе воздуха внутри массы. Но за то воздухъ содержится въ каждомъ волокнѣ и своимъ кислородомъ даетъ пищу огню, такъ что послѣдній спокойно продолжаетъ распространяться внутри массы и при удобномъ случаѣ появляется наружу, но уже въ видѣ пламени, съ неимовѣрною быстротою охватывающаго всю массу и причиняющаго пожаръ, въ короткое время истребляющій хлопокъ на громадную иногда сумму. Искра, попавъ снаружи на хлопокъ, какъ бы прокладываетъ себѣ сначала узкій каналъ внутрь массы, но затѣмъ огонь внутри расширяется во всѣ стороны и притомъ совершенно незамѣтно для глаза. Тюкъ хлопка, нагруженный на корабль, уже горитъ внутри, но только спустя нѣкоторое время, даже многихъ недѣль, пожаръ обнаруживается и тогда приписывается разнымъ причинамъ, хотя въ сущности онъ уже давно начался и медленно распространялся — хотя потаеннымъ путемъ. И дѣйствительно, осмотръ загорѣвшихъ тюковъ много разъ показалъ, что пожаръ направляется снаружи внутрь: между тѣмъ какъ снаружи тюка, въ томъ мѣстѣ куда попала искра, виднѣется едва замѣтное обугленное пятнышко, по мѣрѣ углубленія въ массу тюка обугленное пространство все болѣе и болѣе расши-

ряется, оставаясь однако какъ бы запертымъ со всѣхъ сторонъ.

По мнѣнію проф. *Краута* слѣдующія свойства хлопка обуславливаютъ подобное какъ бы подкрадываніе огня внутрь его массы: 1) легкая воспламеняемость хлопка; 2) его способность поглощать продукты горѣнія, вслѣдствіе чего тлѣніе внутри незамѣтно для обонянія; 3) легкое воспламеняемость этихъ же продуктовъ, способствующая распространенію огня; 4) Дурная теплопроводность хлопка, вслѣдствіе которой внутреннее горѣніе можетъ продолжаться въ теченіе многихъ недѣль и 5) хлопокъ не имѣетъ способности поглощать воду, а потому увлажняется лишь у поверхности своей.

На основаніи вышеизложеннаго, въ недавнее время и возникло мнѣніе будто *чистый хлопокъ самъ не возгарается*, а что пожары его причинены исключительно *тлѣвшимъ въ немъ еще прежде огнемъ*, который указаннымъ способомъ успѣлъ проникнуть внутрь массы. Этого мнѣнія, придерживается и *Нәрке* въ своемъ сочиненіи, которое мы уже неоднократно имѣли случай цитировать. Авторъ приводитъ рядъ мнѣній и фактовъ, будто бы подтверждающихъ его взглядъ и даже относится иронически къ лицамъ утверждающимъ возможность самовозгаранія хлопка. Разсмотримъ эти мнѣнія и нѣкоторые сюда относящіеся факты 1).

Въ 1864 г. въ Бременѣ случился пожаръ въ хлопковомъ складѣ построенномъ близъ рѣки Везеръ. Одинъ тюкъ случайно попалъ въ рѣку и вынуть

1) *Närke*, I. с. pgg 42—68.

былъ спустя 3—4 недѣли. Хотя промоченный тюкъ показался совершенно невредимымъ; но когда сняли обручи, появилось пламя изъ внутренности тюка, совершенно перегорѣлой. Пожаръ случился 22 іюня; когда же 18 авг. *Härke* посѣтилъ пожарище, то еще тогда, недѣль семь спустя, не смотря на постоянный надзоръ и тушеніе, внутри массы еще тлѣлъ огонь. Прежде приписывали возгараніе хлопка *дѣйствию на него сырости*, а потому въ маѣ 1885 г. состоялось правительственное распоряженіе, чтобы отправка хлопка производилась лишь въ сухомъ его видѣ. Но такъ какъ распоряженіе это представляло значительное затрудненіе и исполненіе его вызвало неудовольствіе коммѣрсантовъ, то, вслѣдствіе заключенія профессоровъ *Kraut* и *Stahlschmidt*, распоряженіе это вскорѣ было отмѣнено. Указывали на то, что ежегодно получаютъ многія тысячи тюковъ хлопка промоченныхъ рѣчною или же морскою водою, но которые однако въ теченіе многихъ мѣсяцевъ не только не возгораются, но не показываютъ даже возвышенія температуры.

Въ томъ же смыслѣ въ 1885 г. высказался и Бременскій биржевой комитетъ. Не смотря на всѣ для самовозгаранія хлопка благопріятныя условія, тамъ *никогда* не усмотрѣно ни одного такого случая, а всѣ пожары слѣдуетъ приписать внѣшнимъ причинамъ, какъ то: искрѣ, куренію табака вблизи, смачиванію хлопка маслами или жиромъ, поджогу и пр. Многія сотни тысячъ тюковъ, ежегодно привозимыхъ въ Бременъ изъ Америки, Англіи, Голландіи, иногда даже промоченныхъ, складываются другъ на друга и сдавливаются всячески,

а между тѣмъ даже нагрѣванія никогда не замѣчается. Нужно только остерегаться, чтобы на хлопокъ откуда нибудь (напр. изъ котла паровой машины или локомотива) не попало искры.

Мы уже выше говорили о взглядѣ проф. *Kraut*'а, также отрицающаго самовозгараніе хлопка. Въ своемъ заключеніи онъ указываетъ на пожаръ, случившійся 5 февр. 1868 г. Изъ числа 66 тюковъ хлопка, 24 смочены были морскою водою, проникшею внутрь на глубину нѣсколькихъ дюймовъ. На слѣдующій день, по прибытіи поѣзда на станцію Wunstorf (между Gees temünde и Kaufbeuren) изъ одного вагона повалилъ дымъ и такъ какъ пожара не могли тушить, то вагонъ съ горѣвшимъ хлопкомъ отведенъ былъ на запасный путь. Но спустя полчаса загорѣлся и второй вагонъ, изъ коего горѣвшій хлопокъ сброшенъ былъ въ ровъ, тамъ полить водою и покрыть влажною землею. Спустя 56 часовъ загорѣлся хлопокъ въ другомъ вагонѣ. Когда горѣвшій хлопокъ зарыли въ землю, наваливъ ее на 4 фута вышины, то спустя три дня оказалось, что тамъ хлопокъ продолжалъ горѣть. Изъ 27 сгорѣвшихъ тюковъ, 14 были подмочены. Проф. *Kraut*, согласно съ проф. *Böttcher*'омъ полагаетъ, что огонь проникъ въ хлопокъ извнѣ и что, собственно говоря, самовозгаранія не было. Оба они указываютъ на прежде высказанное *Meunier* мнѣніе, что „при укладкѣ тюковъ хлопка въ магазины нужно „осмотрѣть тщательно, не тлѣетъ-ли въ нихъ огонь, „который усмотрѣнъ будетъ лишь впослѣдствіи „когда уже будетъ поздно“. — „Подмоченнаго хлопка, прибавляетъ *Kraut*, бояться нечего; опасаться

„слѣдуетъ тюковъ, спасенныхъ во время пожаровъ, такъ какъ они могутъ внутри заключать огонь“.

Англійскій *Board of Trade*, по поводу пожара, происшедшаго въ 1887 г. на Ливерпульскомъ пароходѣ „*City of Montreal*“, имѣлъ сужденіе о томъ: „можетъ ли хлопокъ возгорѣться самъ собою? Хотя это обстоятельство подавало поводъ къ судебному разбирательству, но оно до сего времени не доказано“. Многими показаніями выяснено, что хлопокъ, везомый на вышеозначенномъ пароходѣ, былъ свободенъ отъ жировъ, маслъ и въ то время не былъ влаженъ; при нагрузкѣ соблюдена была величайшая осторожность относительно огня. Пожаръ начался въ одной изъ камеръ, гдѣ сложенъ былъ хлопокъ, ближайшей къ котлу паровой машины; впрочемъ нагрѣваніе стѣнокъ камеры было слишкомъ ничтожно чтобы могло причинить пожаръ. Хлопокъ содержалъ 12% постороннихъ веществъ и 7, 2% влажности. Въ заключеніи *Board of Trade* упоминается о показаніи лицъ, двадцать лѣтъ сряду постоянно имѣвшихъ дѣло съ хлопкомъ и никогда не замѣчавшихъ, чтобы горѣніе начиналось внутри тюка; всегда оно шло извнѣ внутрь. Приводятся также опыты Д-г *Dupré* (химика Лондонскаго „Home-Office“) съ сухимъ и влажнымъ хлопкомъ. Хлопокъ вложенъ былъ въ жестяную коробку съ нетуго-закрывавшейся крышкою; одной искры достаточно было, чтобы внутри хлопка въ продолженіе четырехъ дней огонь тлѣлъ и чтобы при снятіи крышки показался огонь. Ливерпульскій биржевой комитетъ также указываетъ на то что въ 1887 году на 11 корабляхъ, прибывшихъ туда изъ Соединенныхъ Штатовъ, усмотрѣнъ

былъ огонь внутри хлопка; но что, тѣмъ не менѣе, огонь внутри тюковъ не начинался, а всегда проникалъ туда извнѣ.

Съ своей стороны англійскій капитанъ *Alfred Corner* въ декабрѣ 1890 г. доставилъ Лондонскому Лойду свое заключеніе о горѣннѣ хлопка. Причины этого, по его мнѣнію, суть: 1) искры изъ локомотива, 2) небрежное бросаніе на хлопокъ бумажныхъ тряпокъ, служащихъ для чистки машинъ и пропитанныхъ масломъ; 3) присутствіе сѣмянъ внутри хлопка; 4) куреніе близъ тюковъ при ихъ нагрузкѣ; 5) спички, часто попадающія между тюками и 6) вообще неосторожное обращеніе съ огнемъ во время нагрузки хлопка. Средствами къ предупрежденію пожара хлопка *Corner* предлагаетъ: 1) хорошее устройство и содержаніе вентиляціонныхъ трубъ; 2) набиваніе люковъ паклей, дабы воздухъ не могъ проникнуть; 3) плотное запираніе всѣхъ отверстій, и 4) проложеніе внутри камеръ, гдѣ сложенъ хлопокъ, трубы съ отверстіемъ, для проведеніе туда, въ случаѣ начавшагося пожара, изъ пароваго котла водяныхъ паровъ, превосходно и быстро тушащихъ пожаръ.

Съ изложенными мнѣніями мы вполне согласимся не можемъ.

Мы признаемъ, что если искра достигнетъ хлопка, то послѣдній, благодаря структурѣ своего волокна, можетъ долгое время скрывать огонь и дозволить ему распространяться внутри массы; что затѣмъ долго тлѣвшій внутри огонь при доступѣ воздуха можетъ обнаруживаться пламенемъ и только тогда сдѣлается видимымъ. Но, вмѣстѣ съ тѣмъ,

мы не полагаемъ, чтобы *все пожары*, происшедшіе отъ горѣнія хлопка, могли имѣть первоначальной своей причиной огонь, проникшій въ массу хлопка снаружи внутрь; однимъ словомъ — *намъ кажется крайне невѣроятнымъ, чтобы все означенные пожары исключительно имѣли причиной — неосторожность*; крайне невѣроятно, чтобы *случайность* регулярно повторялась множество разъ, а случаи горѣнія хлопка неисчислимы.

Уже не говоря о томъ, что причины этихъ пожаровъ много разъ оставались „*неизвѣстными*“ и приводили наблюдателей „въ изумленіе“, можно бы привести нѣсколько примѣровъ, относительно которыхъ объясненіе причины пожара неосторожнымъ обращеніемъ съ огнемъ явно неприложимо и не выдерживаетъ критики. При возгараніи вагоновъ, нагруженныхъ хлопкомъ подмоченнымъ морскою водою (о коемъ упоминаетъ *Kraut*) усматривается пожаръ въ одномъ вагонѣ, который, вслѣдствіе этого, изолируется отъ остальныхъ; полчаса спустя пожаръ обнаруживается въ другомъ вагонѣ; 56 час. спустя хлопокъ опять горитъ. Какъ допустить, что при сборкѣ или нагрузкѣ этой партіи хлопка, въ *разныхъ и отдѣльныхъ другъ отъ друга пунктахъ, случайно* попалъ огонь и никто этого не замѣтилъ; опять же *случайно* кипы, содержащія внутри себя тлѣвшій огонь, нагружались на разные вагоны и затѣмъ возгорались послѣдовательно?—Въ 1887 г. на *одиннадцати* корабляхъ, пришедшихъ изъ Америки въ Ливерпуль, хлопокъ горитъ; эти корабли по *всѣмъ вѣроятностямъ* нагружались въ *разное* время, *разнымъ* хлопкомъ, въ *разныхъ мѣстахъ*, а ме-

жду тѣмъ одна и та же случайность повторялась одиннадцать разъ, при совершенно различной обстановкѣ, и одиннадцать разъ никто не замѣтилъ какъ огонь прокрался въ хлопокъ!

Далѣе обращаетъ на себя вниманіе роль, которую во множествѣ случаевъ играетъ *влажность* при возгараніи хлопка, и притомъ роль аналогичная съ той, на которую мы указывали при самовозгараніи угля. Нѣсколько лѣтъ тому назадъ продавалась съ аукціоннаго торго партія индійскаго хлопка, подмоченнаго рѣчною водою. Въ день аукціона усмотрѣно было, что на многихъ тюкахъ обручи полопались и что самые тюки были горячи. Изслѣдованіе показало, что хлопокъ содержалъ много хлопковыхъ сѣмянъ, (сѣмянные коробочки), которыя при содѣйствіи влажности, не смотря на сильное сжатіе, пустили ростки, а вслѣдствіе этого масса нагрѣлась¹⁾. Мы уже неоднократно указывали на случаи возгаранія *подмоченнаго* хлопка. Если допустить что сырость не имѣетъ вліянія на возгараніе хлопка и даже внутри массы не проникаетъ, то какъ понимать, что кипа, находившаяся 3—4 недѣли подъ водою, при вынутіи изъ воды, начинаетъ горѣть сильнымъ пламенемъ? Слѣдовало бы ожидать, что, находясь подъ сильнымъ сжатіемъ желѣзныхъ обручей и подъ давленіемъ столба воды, преграждающаго, кромѣ того, всякій доступъ воздуха, хлопокъ тамъ потухнетъ совершенно; мы же, напротивъ, видимъ усиленіе горѣнія. Въ 1894 г., 21

1) *Härke*, 1. с. pg. 103, откуда мы заимствуемъ и другіе случаи возгаранія хлопка.

іюня, въ 5 часовъ дня, произошелъ пожаръ въ складѣ хлопка на станціи Кубинкѣ (Моск. - Брест. жел. дор.). Хлопокъ сверху покрытъ былъ брезентомъ изъ толстаго полотна, доходящимъ почти до низу, а по бокамъ былъ покрытъ рогожей. Въ складѣ хлопокъ находился съ 19 дек. 1893 года; никакого запаха, ни дыма прежде не замѣчалось. Когда же раздался крикъ „пожаръ!“, бросились тушить пламя, показавшееся съ одной стороны склада; но внезапно огонь показался и съ другой стороны, такъ что менѣе чѣмъ въ 5 минутъ огонь охватилъ всю массу хлопка. Никто изъ свидѣтелей этотъ пожаръ приписать неосторожности не можетъ; причина его такъ и осталась неизвѣстною. Часть горѣвшаго хлопка бросили въ прудъ; но чрезъ 3 дня, по вынутіи изъ воды, хлопокъ опять загорѣлся. Остальная его масса также *неоднократно загоралась* и такъ продолжалось до 3 іюля, хотя хлопокъ уже постоянно стерегли. При этомъ усмотрѣно было, *что особенно быстро вспыхивалъ тотъ хлопокъ, который былъ вынутъ изъ воды.* Всего сгорѣло 400 кипъ на сумму 60,000 р. 1).

Мы уже видѣли, что неоднократно биржевыми комитетами обращемо было вниманіе на частое возгорѣніе *подмоченнаго* хлопка и что даже послѣдовало распоряженіе германскихъ властей касательно соблюденія сухости хлопка при его упаковкѣ и укладкѣ. Къ сожалѣнію, распоряженіе это было

1) Этими свѣдѣніями мы обязаны И. И. Фидлеру, производившему, по нашей просьбѣ, дознаніе на мѣстѣ. Г. Фидлеръ былъ свидѣтелемъ горѣнія въ бытность свою на станціи Кубинка 3 іюля; послѣ этого мы свѣдѣній не имѣемъ.

отмѣнено, единственно вслѣдствіе желанія коммерсантовъ, для которыхъ оно, конечно, было стѣснительною мѣрою. По случаю возгаранія хлопка въ вагонѣ, шедшемъ въ 1879 г. изъ Кельна въ Боппардъ, всѣ очевидцы показали, что *пожаръ возникъ внутри массы хлопка и оттуда вышелъ наружу*, а дирекція Рейнской желѣзной дороги по этому поводу донесла Имперскому управленію желѣзныхъ дорогъ (Reichs-Eisenbahnamt) слѣдующее: «Огонь возникъ изъ середины тюка (*Das Feuer hatte sich aus dem Innern der Baumwollenballen entwickelt*), что подтверждается и тѣмъ обстоятельствомъ, что огонь не могъ быть потушенъ ни водою, бившею въ большомъ количествѣ изъ крановъ водопровода, ни станціонною пожарною трубою. Поэтому можно сказать утвердительно, что огонь произошелъ отъ самовозгаранія хлопка, который, вѣроятно, былъ прессованъ въ сыромъ видѣ. Жаръ долженъ былъ быть одинаково силенъ по всей массѣ, а потому можно объяснить себѣ, почему прежде не было замѣтно никакого слѣда огня, обхватившаго въ тотъ же моментъ всю массу хлопка» ¹⁾).

Приведя этотъ отзывъ, проф. *Stahlschmidt* сопровождаетъ его ироническимъ замѣчаніемъ, называя его „Eine eigentümliche Beweisführung“ и старается

1) «Es kann hiernach wohl als feststehend angenommen werden, dass das Feuer *durch Selbstentzündung der Baumwolle* entstanden ist, welche wahrscheinlich in feuchtem Zustande in Ballen gepresst war. Die Hitze musste durch die ganze Ladung eine gleichmässige sein, und lässt sich also auch erklären, warum nicht früher eine Spur von Feuer entdeckt wurde, und solches sich im selben Momente der ganzen Baumwollladung bemächtigte“.

опровергнуть слѣдующимъ доводомъ: „сравненіе вѣса хлопка съ вѣсомъ общеизвѣстныхъ древесныхъ породъ доказываетъ чрезвычайно плотную упаковку перваго. Кубическій метръ остъиндскаго хлопка вѣситъ 633 kg., американскаго—450 kg., между тѣмъ какъ такой же объемъ липоваго дерева вѣситъ 604, а еловаго—500 килограммъ. Поэтому хлопокъ, вслѣдствіе сжатія, имѣетъ плотность, равную почти плотности означенныхъ деревъ. Хлопокъ можетъ нагрѣться до 160° С., не разлагаясь; только при 180° онъ начинаетъ слегка бурѣть и при 230° обугливается. Химическій составъ хлопка и означенныхъ древесныхъ породъ почти одинъ и тотъ же, такъ какъ всѣ три, главнымъ образомъ, состоятъ изъ клѣтчатки. Кто же, однако, видѣлъ когда либо, чтобы сырой кусокъ еловаго или липоваго дерева подвергался самовозгаранію“?—Доказательство это намъ кажется также „eine eigentümliche Beweisführung“! Почтенный профессоръ не обратилъ вниманія на способность хлопка поглощать газы въ громадномъ количествѣ, а также на другіе его свойства, о которыхъ сказано будетъ ниже.

In Entscheidungen des Ober—Seeamts und der Seeämter der deutschen Reiches“, (1888, Bd VII, pg 32) по поводу пожара, происшедшаго на Роштокскомъ бриггѣ „Hermann Friedrich“, на которомъ, сгорѣли 223 кипы хлопка, само судно потерпѣло сильныя поврежденія, и пожаръ прекратился лишь послѣ трехчасоваго впуска въ горѣвшую массу водяного пара и затѣмъ обильнаго количества воды,—указывается „на общеизвѣстный фактъ, что подмоченный хлопокъ легко возгорается“ (Es ist eine bekannte

Thatsache, dass nass gewordene Baumwolle leicht in Brand gerät). Проф. *Stahlschmidt* мнѣніе касательно участія влажности при самовозгараніи хлопка причисляетъ къ мнѣніямъ ошибочнымъ (*Selbst bei dem Spruche eines Seeamts spielt der Irrtum von der Selbstentzündung nasser Baumwolle eine Rolle*), причемъ указываетъ на то обстоятельство, что остатокъ вышеозначеннаго хлопка, въ количествѣ 821 кипы, совершенно промокшій отъ впущенныхъ паровъ и отъ влитой воды, тѣмъ не менѣе благополучно достигъ *Bremerhaven'a* и болѣе не возгорался. Но это доказываетъ только, что водяные пары имѣютъ способность совершенно тушить горящій хлопокъ и это—не первый примѣръ, что водяные пары оказываютъ превосходную пользу въ случаѣ пожара.

Härke тоже отрицаетъ возможность самовозгаранія хлопка. Онъ нѣсколько разъ указываетъ на ошибочное мнѣніе частныхъ лицъ и даже правительственныхъ учрежденій касательно того, что чистый хлопокъ будто бы способенъ возгораться въ сыромъ или мокромъ состояніи. По его мнѣнію, самовозгараніе сырого хлопка абсолютно невозможно (*die Selbstentzündung feuchter Baumwolle ist absolut ausgeschlossen*) и всякій пожаръ хлопка слѣдуетъ приписать упавшей на него искрѣ или другому внѣшнему на него воздѣйствію. Далѣе, онъ говоритъ о страшномъ пожарѣ, случившемся въ 1892 г. въ Балтиморѣ въ складѣ хлопка, причемъ пожаръ распространялся съ изумительной быстротой и мгновенно охватилъ пять пакгаузовъ, въ которыхъ хранились 17202 кипы хлопка. „Хотя,—прибавляетъ *Härke*,—Нью-Йоркскій *Commercial Chronicle* приписы-

ваетъ этотъ пожаръ самовозгаранію хлопка, но это легковѣрное утвержденіе повторяется уже въ сотый разъ. Весьма удобно объяснить подобною причиною пожаръ, причиненный легкомысліемъ или небрежностію.“

Говоря объ углѣ и его способности къ самовозгаранію, мы указывали на его поглощеніе газовъ и этимъ старались объяснить означенное явленіе. Если обратимся къ хлопку, то увидимъ, что онъ состоитъ почти весь изъ целулоза ($C^6 H^{10} O^5$) и по анализамъ Петтенкофера и Вагнера содержитъ 44% углерода, 6% водорода и 50% кислорода Американскій хлопокъ поглощаетъ 7,25%, а ость-индскій 7,69% влажности. Хлопокъ поглощаетъ огромное количество газовъ, нпр. амміака въ 115 разъ противъ своего вѣса. Въ Манчестерѣ замѣтили даже вредное вліяніе газоваго освѣщенія на хлопокъ: волокно его жадно поглощаетъ даже малое количество сѣрнистой кислоты, образующейся при горѣніи свѣтильнаго газа. Такое же жадное поглощеніе оказываетъ хлопокъ и на другіе газы ¹⁾).

Все то, что сказано было нами относительно причины самовозгаранія угля, казалось бы, вполне примѣнимо къ хлопку: и тутъ вѣроятно также имѣетъ мѣсто сильное окисленіе, сопровождаемое возвышеніемъ температуры. Но если идетъ дѣло о хлопкѣ, весьма плохо проводящемъ теплоту и не пропускающемъ продуктовъ разъ появившагося въ одномъ какомъ либо пунктѣ медленнаго горѣнія, то слѣдуетъ замѣтить что горячіе эти газы могутъ

¹⁾ *Härke*, е. с. pg. 64.

распространяться по прослойкамъ сжатого хлопка и послѣдовательно обугливать его массу, причемъ, по уже сказанной причинѣ, возвышеніе температуры и окисленіе (т. е. медленное горѣніе) идетъ crescendo, но, тѣмъ не менѣе, не замѣтно ни для глазъ, ни для обонянія. Погруженіе въ воду загорѣвшагося внутри хлопкового тюка будетъ имѣть слѣдствіемъ такое же явленіе, какъ увлажненія угля, т. е. доставить тлѣющей массѣ кислородъ и водородъ. Такъ какъ кипа, сильно сжатая обручами, крайне медленно, даже почти не замѣтно, пропускаетъ воду внутрь, то и тлѣніе внутри кипы подъ водою будетъ не только продолжаться, но даже увеличиваться, пока, по вынутіи тюка изъ воды и разбрасываніи хлопка, послѣдній не прійдетъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ и въ этотъ моментъ появится яркое пламя, которое мгновенно обхватитъ всю массу.

Сказаннымъ здѣсь можно объяснить, почему горѣніе хлопка, появившееся въ одномъ мѣстѣ, въ скоромъ времени появляется въ другомъ и разомъ обхватываетъ всю массу и почему загорѣвшійся хлопокъ, пролежавъ даже довольно долго подъ водою, загорается особенно сильно. Если даже допустить, что самовозгаранію хлопокъ вовсе не подверженъ, а что загорѣлся онъ вслѣдствіе упавшей на него искры, и огонь, какъ уже сказано, прокрался внутрь и тамъ распространился, то и при такомъ допущеніи все вышесказанное примѣнимо: медленное горѣніе въ одномъ мѣстѣ обуславливаетъ *возгонку* горячихъ газовъ, способствующихъ обугливанію прочихъ частей хлопка, а послѣднее, вмѣстѣ съ возвышеніемъ температуры, распространяется

последовательно по всей массѣ, пока при благоприятныхъ условіяхъ не обнаружится пламенемъ. Мы не отвергаемъ многочисленныхъ случаевъ возгаранія хлопка, происшедшихъ отъ чисто внѣшнихъ причинъ (неосторожнаго обращенія съ огнемъ, упавшей искры и т. п.), но, вмѣстѣ съ тѣмъ, не можемъ признать, чтобы *все* пожары хлопка произошли исключительно вслѣдствіе подобныхъ случайныхъ причинъ. Намъ кажется, что во многихъ случаяхъ причину пожара слѣдуетъ искать въ самовозгараніи хлопка. Последнее, правда, еще не изслѣдовано и его еще не удалось произвести опытнымъ путемъ, но — и химія, въ особенности органическая, еще не сказала послѣдняго своего слова. Во всякомъ случаѣ, самовозгараніе хлопка представляется намъ гораздо вѣроятнѣе, чѣмъ предположеніе, что при *каждомъ* возгараніи дѣйствовали случайныя причины, зависѣвшія отъ неосторожности: то случайно попали искры изъ локомотива, то бросили окурокъ сигары при сборкѣ хлопка на плантаціяхъ, то въ хлопockъ попали фосфорныя спички и загорѣлись внутри кипы отъ тренія (?!), то на тюки бросили замаслянную тряпку, то внутри массы проросли случайно попавшія туда сѣмена хлопка и вслѣдствіе этого хлопockъ внутри сильно нагрѣлся, то произошла искра отъ взаимнаго удара обручей, коими стягиваются кипы хлопка, и пр. и пр. — Мы отвѣтимъ почтенному *Häpke* его же словами: *Es ist so bequem, den durch Selbstentzündung verursachten Brand mit Hülfe solcher Hypothesen zu erklären* ¹⁾

¹⁾ На сколько оправдался нашъ взглядъ, см. „*Приложеніе*“, въ которомъ говорится о новѣйшей работѣ *Cohn'a*.

Если фактъ самовозгаранія чистаго хлопка многими оспаривается и еще не доказанъ, то, наоборотъ, самовозгараніе хлопка, смоченнаго масломъ или жиромъ, (промасляннаго) вполне доказано многими наблюденіями, никѣмъ не оспаривается и никакому сомнѣнію не подлежитъ. Уже давно извѣстно, что жирныя масла, высыхающія и не высыхающія, приходя въ прикосновеніе съ атмосфернымъ воздухомъ, поглощаютъ изъ него кислородъ, и поглощеніе это происходитъ тѣмъ быстрѣе и, стало-быть, сопровождается тѣмъ болѣе развитіемъ теплоты, чѣмъ больше поверхность, которою масса соприкасаются воздуху, а такую значительную поверхность именно представляютъ собою волокна хлопка, льна, шерсти и шелка. Мы уже говорили о пожарахъ, несомнѣнно причиненныхъ промаслянными тканями въ С.-Петербургѣ, въ Рошфорѣ и Брестѣ въ концѣ прошлаго столѣтія. *Saladin* и *Carette* доказали, что растительныя вещества, смоченныя или же вываренныя въ маслѣ или жирѣ, подвержены самовозгаранію. Замѣу чательно однакоже, что знаменитый *Humphry Davy* отвергалъ это. Онъ полагалъ, что высыхающія масла вовсе не оказываютъ вліянія на хлопокъ и на шерсть, въ какомъ бы видѣ они съ ними соединены ни были и что всѣ ученые, говорящіе о самовозгараніи промасленнаго хлопка, основываются лишь на словахъ другихъ, а не на собственныхъ опытахъ, и что явленіе это не окажется, если бы даже сдѣланы были тысячи опытовъ. А между тѣмъ, вотъ что читаемъ въ „*Philosophical Transactions*“: *Голдинъ*, комиссаръ Остъ-Индской компаніи, поставилъ возлѣ сундука, наполненнаго грубою бумажною тканью, бутылку

съ масломъ. Послѣдняя была опрокинута (вѣроятно крысами) и масло смочило ткань. На слѣдующее утро ткань и сундукъ горѣли пламенемъ. Для доказательства самовозгаранія взять былъ кусокъ той же бумажной ткани, смоченъ льнянымъ масломъ и запертъ въ ящикъ. Спустя часа три послѣдовало самовозгараніе ¹⁾.

Въ 1827 г. въ Реймсѣ случились два пожара отъ за-
масляныхъ очесокъ хлопка. По объясненію *Howzeau*, самовозгараніе жирнаго хлопка и вообще тканей должно быть приписано ихъ волокнистому строенію; при хлопкѣ же еще участвуетъ масло, которымъ смазываются снаряды, чрезъ которые проходитъ хлопокъ при его обработкѣ. Это масло, уже разложившееся, весьма склонно къ самовозгаранію. Кромѣ того, могутъ способствовать сѣмена хлопка, нерѣдко примѣшанныя къ нему. По мнѣнію *Howzeau* сухой хлопокъ не возгорается, а равно и масло, взятое въ массѣ; но совершенно другое бываетъ, когда масло приходитъ въ соприкосновеніе съ воздухомъ громадною поверхностію, какъ бываетъ это при его смачиваніи хлопковыхъ волоконъ ²⁾.

Особеннаго вниманія заслуживаютъ очески хлопка, а также тряпки, употребляемыя для чистки машинъ и ихъ придаточныхъ частей и обыкновенно сплошь пропитанныя масломъ и жиромъ. По опытамъ *Galletly*, очески хлопка, вымоченные въ кипящемъ льняномъ маслѣ и выжатые, при 77°C, окисляются съ такой быстротой, что самый длинный срокъ, про-

¹⁾ *Dingl. Pol. I. Bd. 51, pg. 86.*

²⁾ *Erdmann, Journ. f. techn. und ökonom. Chemie, VII, pg. 205—213.*

текающій до ихъ самовозгаранія, не превышаетъ 105 минутъ. Не требуется даже значительнаго количества очесокъ: въ количествѣ, достаточномъ для наполненія спичечной коробки, они при 74° воспламеняются уже по прошествіи одного часа. Чистое льняное масло дѣйствуетъ менѣе быстро—спустя 4 или 5 часовъ. Рѣпное масло дѣйствуетъ спустя 6 час., а рицинное масло, при 84°, ₅C, для воспламененія требуетъ болѣе одного дня, между тѣмъ какъ деревянное масло дѣйствуетъ уже спустя 1²/₃ часа; китовый же жиръ вовсе не воспламеняется. По мнѣнію *Galletly*, тяжелыя масла затрудняютъ окисленіе, защищая волокна отъ прикосновенія воздуха ¹⁾).

Очески хлопка, говоритъ *Meunier*, ни подъ какимъ видомъ и предлогомъ не должны быть оставляемы на ночь въ мастерской; очески эти, подъ вліяніемъ влажности, а также мельчайшихъ частицъ желѣза, попавшихъ въ нихъ при прохожденіи хлопка сзвозъ аппараты, обладаютъ свойствомъ самовозгаранія... Присутствіе ихъ всегда подаетъ поводъ опасаться пожара, а потому для нихъ должны быть устроены ящики, хранящіеся въ отдѣльныхъ камерахъ. Фабрикантъ огнюдь не долженъ этого упускать изъ вида; въ противномъ случаѣ ему крайне трудно будетъ бороться съ начавшимся уже пожаромъ“ ²⁾).

Въ 60-хъ годахъ, на Волгѣ, у устья Камы, близъ Богородска, нѣсколько деревень сгорѣли вслѣдствіе того, что крестьяне собирали и увозили домой хло-

¹⁾ *Galletly*, *Ueber die Selbstentzündung öliger Baumwollabfälle*; *Chem. Centralblatt*, 1873. Bd. IV, pg 543.

²⁾ *Meunier*, *Die Brandursachen in den Fabriken*; deutsch von *Elsner*, Berlin 1866, pg 56, 57.

покъ, пропитанный керосиномъ и плававшій по водѣ послѣ крушенія одной барки ¹⁾).

Крайне опасны тряпки, обыкновенно употребляемыя для чистки машинъ и аппаратовъ и насквозь пропитанныя масломъ. Тряпки эти, благодаря значительной своей поверхности, представляемой волокнами, особенно склонны къ самовозгаранію, и если не укладываются въ особые металлическіе запираемые ящики, а бросаются зря, куда попало, весьма легко могутъ причинить пожаръ, какъ уже неоднократно и случалось. Въ 1858 г. на пароходѣ „*Hudson*“, въ Bremerhaven, случился пожаръ отъ самовозгаранія замасляныхъ тряпокъ. По той же причинѣ въ 1891 г. сгорѣлъ бумажный складъ въ Гентѣ, а три года прежде сгорѣло тамъ же фабричное зданіе. На корабельной верфи въ Wilhelmshafen для склада замасляныхъ тряпокъ устроены особые желѣзные запирающіеся ящики. Сложенныя тамъ тряпки уже неоднократно загорались сами собою, и разъ даже самый ящикъ вслѣдствіе этого нагрѣлся до краснаго каленія; но благодаря принятымъ мѣрамъ, пожаръ далѣе не распространился ²⁾. Относительно фабрикъ и мастерскихъ въ Голштиніи, 3 августа 1891 года послѣдовало распоряженіе, „чтобы тряпки, пропитанныя жиромъ, волокнистыя вещества, тряпки, употребляемыя для чистки машинъ (*fettige Lumpen und Lappen, Putzlappen, Putzwolle, Maschinenausputz*) на фабрикахъ и въ разныхъ мастерскихъ, должны быть или сохраняемы отдѣльно

¹⁾ *Лохтинъ*, I. с. стр. 45.

²⁾ *Härke*, I. с. рг 70,71.

отъ прочихъ горючихъ веществъ, или же, буде онѣ употребляются короткое время и въ маломъ количествѣ, должны быть сложены въ несгораемыхъ сосудахъ, стоящихъ на желѣзныхъ ножкахъ, по крайней мѣрѣ 8 сантиметровъ вышиною, и запираемыхъ плотными крышками“.

За послѣднее время число пожаровъ на бумагопрядильныхъ фабрикахъ увеличилось чрезмѣрно ¹⁾ и побудило заграничныя страховыя общества увеличить премію застраховки этихъ фабрикъ на 20⁰/₀. Въ Англіи, въ промежутокъ 8 лѣтъ, увеличеніе страховой преміи совершилось 5 разъ и хотя это возбуждало ропотъ со стороны фабрикантовъ, но страховыя общества справедливо указывали на то, что въ одномъ только 1875 году было выдано ими 600,000 ф. стерлинговъ. Хотя съ цѣлью болѣе точнаго изслѣдованія учащенія пожаровъ, созданы были разныя комиссіи, но труды ихъ еще не привели къ окончательному разъясненію вопроса. Указываютъ на то, что по мѣрѣ уменьшенія рабочаго дня, на фабрикахъ увеличили скорость движенія машинъ, а равно скорость вращенія веретенъ, такъ что послѣднія, вращавшіяся прежде 4000—5000 разъ въ минуту, въ настоящее время совершаютъ 7—8000 оборотовъ. вмѣстѣ съ тѣмъ старались удешевить смазочный матеріалъ, а это, конечно, привело къ ухудшенію его качества: употребляютъ смѣсь самой дурной нефти съ разными жирами, чрезвычайно плохого качества. Правда, что минеральныя

1) Укажемъ, между прочимъ, на громаднѣйшій пожаръ, въ 1893 г., въ Одессѣ, уничтожившій весь складъ хлопка, принадлежавшій братьямъ Самсоновымъ.

масла (какъ сказано будетъ ниже) не подвержены самовозгаранію, но зато треніе зубцовъ и ремней, вслѣдствіе дурной смазки, увеличилось, а съ тѣмъ вмѣстѣ увеличилась и вѣроятность пожара. Къ тому же длина самыхъ строеній, гдѣ находятся прядильные станки, съ цѣлью соблюденія экономіи, увеличилась, и станки, прежде стоявшіе по отдѣльнымъ помѣщеніямъ, теперь находятся въ одной громадной залѣ, такъ что начавшійся пожаръ разомъ обхватываетъ всѣ станки, и съ быстротою молніи вспыхиваетъ множество очесокъ, тряпокъ, повсюду валяющихся. „Число пожаровъ, говоритъ *Meunier*, обратно пропорціонально чистотѣ мастерской. Чистота столь же необходима для здоровья рабочихъ, сколько и для безопасности отъ пожара. Хлопковые волокна во множествѣ висятъ на машинахъ, на стѣнахъ, на потолкѣ, на приводныхъ ремняхъ. Разъ начался пожаръ, волокна эти становятся проводниками огня и распространяютъ его съ невѣроятною быстротою“ ¹⁾. Когда станки находились въ малыхъ помѣщеніяхъ, экстинкторы, имѣющіеся на англійскихъ фабрикахъ, дѣйствовали съ отличною пользою и тушили начинавшіеся пожары; теперь же, благодаря громаднымъ фабричнымъ помѣщеніямъ, тѣ же экстинкторы безсильными оказываются тушить пожаръ, какъ недавно и случилось въ Лэнкешайрѣ. Изъ числа 39 пожаровъ, случившихся въ недавнсе время на бостонскихъ бумагопрядильняхъ, 12 приписываютъ содержавшимся въ хлопкѣ постороннимъ веществамъ, 13—трению машинъ и 11—самовозгаранію хлопка; причина трехъ

¹⁾ *Meunier*, l. c.

пожаровъ осталась невыясненною. Особенно опасно считаютъ бумажную матерію, *окрашенную въ черный цвѣтъ*. Послѣ окраски и просушки матеріи укладываются другъ на друга въ кипахъ, причемъ не обращаютъ вниманія на *должное охлажденіе массы товара до укладки онаго* ¹⁾.

Тѣмъ какъ на ситце-набивныхъ фабрикахъ самовозгараніе товара, окрашеннаго *черною анилиновою краскою*, происходитъ всего чаще, то посему нужнымъ считаемъ разсмотрѣть это обстоятельство подробнѣе, съ цѣлью объяснить причину означеннаго явленія и тѣмъ самымъ указать на возможность его предотвращенія.

Черныхъ анилиновыхъ красокъ на нашихъ фабрикахъ употребляется нѣсколько видовъ и можно сказать, что каждая фабрика въ этомъ отношеніи представляетъ особенность въ отношеніи рецепта, по которому составляется въ ней краска. Изготавливается анилиновая черная краска большею частію изъ: соляно-кислаго анилина ($C^6H^5NH^2HCl$), анилиноваго масла ($C^6H^5NH^2$), сѣрнистой мѣди ($Cu S$), бертоллетовой соли ($KClO^3$), крахмала и воды. Сѣрнистая мѣдь отъ дѣйствія кислорода воздуха переходитъ въ сѣрнокислую ($Cu SO^4$). Послѣдняя окисляющимъ образомъ дѣйствуетъ на анилиновую соль, причемъ сама переходитъ изъ окиси мѣди въ закись. Въ свою очередь, бертоллетова соль дѣйствуетъ на образовавшуюся закись мѣди, переводя ее въ окись, которая опять дѣйствуетъ окисляющимъ образомъ на анилиновую соль, отнимая у

¹⁾ *Elsner*, 1. с. pg. 7—10.

нея водородъ. Такимъ образомъ сѣрнистая мѣдь играетъ здѣсь роль посредника между бертоллетовой солью и солянокислымъ анилиномъ, переводя кислородъ первой соли на послѣднюю. Анилиновая соль теряетъ постепенно свой водородъ и переходитъ сначала въ такъ называемый *эмеральдинъ*, а потомъ въ *нигранилинъ*, составляющій главную часть чернаго анилина. Такимъ образомъ, изъ $C_6H_5NH_2HCl$ образуется C_6H_5N , полимеръ котораго и есть нигранилинъ. Но, въ свою очередь, нигранилинъ окисляется въ слѣдующій продуктъ, такъ называемую „не зеленѣющая черная“, которая и есть настоящая и дѣйствительно черная краска. [Анилиновое масло ($C_6H_5NH_2$) прибавляется для того, чтобы нейтрализовать свободную соляную кислоту (HCl), которая въ свободномъ видѣ находится въ анилиновой соли; иначе она дѣйствовала бы разрушительнымъ образомъ на ткань; крахмалъ же и вода служатъ для печатанія].

Если напечатать эту краску на ткань и сложить товаръ *въ кучи*, то, по прошествіи извѣстнаго времени (приблизительно 12—24 часовъ), начинается химическое взаимодействіе находящихся въ краскѣ веществъ. Вслѣдствіе процесса окисленія, внутри кучи товара происходитъ повышение температуры, которое, при благоприятныхъ условіяхъ: высокой температурѣ окружающаго воздуха, складкѣ товара въ кучи (причемъ свободный доступъ воздуха затрудненъ, а потому температура внутри товара можетъ постепенно увеличиваться) — можетъ вызвать самовозгараніе, наступленіе котораго съ точностью опредѣлить невозможно. Послѣ плюсованія

или печатанія и сушки, товаръ долженъ быть какъ можно скорѣе пропущенъ въ зрѣльникъ, гдѣ онъ въ теченіе 1—1½ минутъ подвергается дѣйствію горячаго воздуха (100° C). За такой короткій промежутокъ времени ткань не можетъ нагрѣться до температуры воспламененія, а между тѣмъ этого времени совершенно достаточно для химической реакціи тѣлъ, входящихъ въ составъ краски 1).

Во предупрежденіе возвышенія температуры въ сложенномъ въ кучу товарѣ, принято класть вмѣстѣ лишь десять кусковъ и, кромѣ того, принимаются мѣры къ безпрепятственному притоку воздуха; но, не смотря на всѣ предосторожности, даже хорошо промытый, охлажденный и высушенный товаръ, окрашенный въ черный анилиновый цвѣтъ, не всегда защищенъ отъ самовозгаранія; стало быть не всѣ причины, обусловливающія это явленіе, нами изучены. Случалось нерѣдко, что бумажный товаръ, окрашенный въ черный анилиновый цвѣтъ и подверженный лучамъ солнца, внезапно возгорался.

Не одна черная анилиновая краска этому подвержена, но и темно-коричневая, изготовляемая изъ экстракта красильнаго дерева, въ особенности, если для ускоренія окисленія краски къ оной прибавляютъ хлорнокислыя соли. Бумажный товаръ, окрашенный этого сорта краскою, послѣ оставленія имъ сушильни, вдругъ начинаетъ нагрѣваться и даже воспламеняется, въ особенности если былъ сложенъ въ кучи и притокъ воздуха былъ затруд-

1) Техническія эти подробности весьма обязательно сообщены намъ г. Шаровымъ, состоящимъ техникомъ при фабрикѣ г. Павлова въ Шуѣ.

ненъ. Что касается до товара, окрашеннаго въ красный цвѣтъ, то таковой, по причинѣ промасленности, подверженъ также самовозгаранію. По старому способу товаръ сначала нѣсколько разъ промасливался, послѣ чего красился; новый же способъ отличается отъ прежняго лишь тѣмъ, что до окрашиванія промасливается мало, послѣ же окрашиванія опять пропитывается масломъ. Въ сущности касательно самовозгаранія оба способа равно опасны, въ особенности же, если товаръ сложенъ въ кучи и притокъ воздуха слабъ—какъ это въ достаточной мѣрѣ доказали случаи воспламененія подобнаго товара.

Намъ весьма любезно сообщено гг. техниками нѣсколько случаевъ самовозгаранія, имѣвшихъ въ недавнее время мѣсто на отечественныхъ нашихъ фабрикахъ:

Г. инженеръ-технологъ Дьякововъ сообщаетъ намъ слѣдующее: „Мнѣ пришлось видѣть два случая самовозгаранія тканей на одной подмосковной ситценабивной фабрикѣ. Въ первомъ случаѣ ткань, пропущенная чернымъ анилиномъ, состоящимъ изъ анилиновой соли, желтой кровяной соли и хлорновато-кислаго натра и высушенная при 40°—50° С, при прокатываніи въ ролики подъ печатную машину воспламенилась. Причина этого заключалась въ воспламененіи хлорновато-кислаго натра при треніи въ накаткѣ. — Другой случай наблюдался въ ткани окрашенной ализариномъ. Ткань послѣ окрашиванія пропитывалась ализариновымъ масломъ, высушивалась на барабанахъ и складывалась затѣмъ въ кучи. По прошествіи 6—8 часовой лежки, ткань

въ срединѣ кучи сильно нагрѣвалась, чернѣла и дѣлалась ломкою, какъ бы обугленною. Появленія огня не наблюдалось. Причина заключалась въ нечистотѣ ализариноваго масла, которое, кромѣ сульфорицинатовъ, содержало еще постороннія масла“.

Химикъ на ситценабивной и красильной фабрикѣ г. Новикова (Иваново-Вознесенскъ) г. Борисовъ сообщаетъ намъ, что на означенной фабрикѣ былъ случай самовозгаранія смѣси, приготовленной для печатанія коричневою, нафтиламиновою краскою (аналогичною черной анилиновой). Смѣсь эта состояла изъ хлористаго альфа-нафтиламина, свободного анилина, небольшого количества хлористаго анилина, хлорноватаго натра съ весьма незначительною примѣсью раствора хлористаго ванадія и была загущена крахмально-декстриновымъ клеестеромъ. Когда смѣсь эта нѣсколько разъ приготовлялась въ малыхъ количествахъ (100—500 граммъ), тогда она сохранялась хорошо даже продолжительное время; когда же приготовляли ее въ количествѣ 50,000 граммъ, она не простояла *ни одного часа*, начала темнѣть, разогрѣваться и въ короткое время нагрѣлась до того, что явилось очень бурное кипѣніе, которое могло бы кончиться возгараніемъ, такъ какъ анилинъ и нафтиламинъ горючи.

Мы обязаны г. инженеръ-технологу К. Г. Топоркову весьма обстоятельнымъ сообщеніемъ слѣдующихъ четырехъ случаевъ самовозгаранія хлопчато-бумажныхъ тканей, какъ крашевыхъ, такъ и набивныхъ, которыхъ пришлось ему быть свидѣ-

телемъ въ теченіе 23-лѣтней практики на ситценабивныхъ и красильныхъ фабрикахъ:

Первый случай. Тяжелый бумажный товаръ, употребляемый для костюмовъ подъ названіемъ „мо-лескинъ“, и имѣющій ширину въ 15 вершковъ, длину въ 62 аршина, вѣсъ въ такой штукѣ $16\frac{1}{2}$ фунтовъ — былъ окрашенъ въ черный цвѣтъ посредствомъ попеременнаго погруженія то въ растворъ смѣси экстрактовъ синяго сандала и кверцитроннаго, то въ древесноуксусную соль закиси желѣза съ небольшимъ количествомъ мѣднаго купороса. По полученіи требуемаго оттѣнка черного цвѣта на ткани, окрашенный товаръ былъ смытъ и затѣмъ высушенъ на сушильных барабанахъ, причемъ изъ ткани не только удалена была влага, но и сама ткань была нагрѣта до температуры поверхности барабановъ, внутри которыхъ циркулировалъ паръ, имѣющій темпер. $119^{\circ},5$ С. Такой горячій товаръ былъ сложенъ въ кучи, по 20 шт. въ каждой, въ отдѣльномъ помѣщеніи, которое не нагрѣвалось и имѣло одиночныя рамы. Температура наружнаго воздуха была — $12^{\circ},5$ С, а внутри этого помѣщенія температура не была замѣчена, но вѣроятно была не болѣе 0° , а скорѣе менѣе.

По прошествіи шестичасоваго лежанія сложенного въ кучи товара, изъ помѣщенія, гдѣ онъ находился, сталъ распространяться запахъ гари, что вызвало принятіе противо-пожарныхъ мѣръ и изслѣдованіе причинъ. Оказалось, что дымъ шелъ изъ середины кучъ сложенного крашеннаго товара и притомъ изъ нижнихъ слоевъ; огня не было видно; при раскидываніи товара изъ кучи явилось

воспламенение ткани ближе къ серединѣ полотна, но дальше отъ кромокъ. Часть такого же товара одной партіи, который былъ въ красильнѣ, подвергнутый совершенно одинаковымъ операціямъ, но который лежалъ менѣе времени въ кучахъ, осталась цѣла. Изслѣдованіе его указало, что температура ткани въ срединѣ кучи значительно выше, чѣмъ на наружной поверхности ея. Далѣе черный товаръ сильно пачкалъ при треніи по его поверхности лоскутомъ бѣлой ткани; послѣдняя окрашивалась въ черный цвѣтъ, какъ отъ закоптѣлаго предмета. Смачивая черное пятно на лоскутъ бѣлой ткани слабой соленой кислотой, получилось малиново-красное окрашиваніе, что ясно указывало на присутствіе красящаго вещества синяго сандала; стало быть, черное пятно на бѣлой ткани, полученное при треніи о черный молескинъ, было не отъ копоти, которая могла явиться отъ дыма въ помѣщеніи, а представляло по химическому составу черный лакъ, т. е. соединеніе красящихъ веществъ синяго сандала и кверцитрона съ окисью и закисью желѣза. Далѣе, былъ отрѣзанъ небольшой образецъ отъ чернаго молескина, уцѣлѣвшаго отъ пожара, и второй образецъ отъ такого же сорта товара ранѣе сработаннаго и не пачкающаго при треніи бѣлую ткань. Оба эти образцы были на металлическихъ проволокахъ повѣшены въ воздушной банѣ, на разстояніи двухъ дюймовъ другъ отъ друга и на одинаковой высотѣ отъ дна воздушной бани. Между ними въ равномъ разстояніи отъ образцовъ былъ вставленъ въ ту же воздушную баню термометръ, ртутный шарикъ котораго находился на

одномъ уровнѣ съ повѣшенными образцами; затѣмъ температура воздушной бани поднималась постепенно и когда дошла до 210° С, то образецъ отъ чернаго молескина, уцѣлѣвшаго отъ пожара, воспламенился; другой же образецъ отъ товара, равнѣ сработаннаго и не пачкающаго при треніи бѣлой ткани, не воспламенился даже при 300° С, но только слабо обуглился. Далѣе по разспросамъ оказалось, что крашеніе молескина въ черный цвѣтъ велось очень быстро, быстрѣе чѣмъ было установлено ранѣе, вслѣдствіе чего нанесенная на ткань закись желѣза въ видѣ уксуснокислой соли не могла совершенно перейти въ окись желѣза, которая только и даетъ нерастворимое соединеніе съ красящими веществами, а закись желѣза даетъ соединеніе растворимое. Въ практикѣ красильнаго дѣла необходимый переходъ солей закиси желѣза на пропитанной ими ткани въ соли окиси желѣза достигается продолжительнымъ лежаніемъ пропитаннаго товара на воздухѣ,—обыкновенно не менѣе 12 часовъ.

Такимъ образомъ, изслѣдованіе уцѣлѣвшаго отъ возгаранія чернаго молескина дало слѣдующія указанія:

1) Ткань была сложена въ кучи въ нагрѣтомъ состояніи; температура, вѣроятно, была около 100° С.

2) Температура въ срединѣ кучи сложеннаго товара выше, чѣмъ на наружной поверхности ея.

3) Окрашенная ткань, сложенная въ кучи, имѣла на своей поверхности значительное количество очень мелкаго чернаго порошка, соединенія пигментовъ

съ закисью и окисью желѣза, что даетъ право заключить о плохой промывкѣ товара послѣ крашенія. При тщательной промывкѣ весь механически сидящій на поверхности черный лакъ былъ бы удаленъ, а вмѣстѣ съ тѣмъ были бы удалены закисныя соединенія желѣза съ пигментами, какъ легко растворимыя.

4) Крашеніе самовозгорѣвшагося черного молескина велось неправильно, очень быстро, а потому, вслѣдствіе этого и плохой промывки товара, на ткани содержалось значительное количество соединеній красящихъ веществъ (пигментовъ) съ закисью желѣза, способной на воздухѣ переходить въ окисное соединеніе желѣза.

Изъ этихъ данныхъ легко объяснить теперь причину происшедшаго самовозгаранія черного молескина: благодаря присутствію на ткани значительнаго количества закиси желѣза, происходила реакція окисленія съ кислородомъ воздуха въ окись желѣза, причемъ температура ткани должна была повышаться. Отъ значительнаго количества на ткани мелкаго, порошкообразнаго, черного лака, способнаго поглощать и сгущать на свою поверхность воздухъ, а стало быть и кислородъ,—реакція окисленія закиси желѣза въ окись шла энергичнѣе, стало быть температура ткани повышалась быстро. При свободномъ протокѣ окружающаго, холоднаго воздуха, температура поверхности нагрѣтой ткани могла бы понижаться; но въ срединѣ кучи, гдѣ началось самовозгараніе и куда окружающій воздухъ въ избыткѣ поступать не могъ, охлажденіе было недостаточное, такъ что температура ткани въ сре-

динѣ кучи отъ энергической реакціи перехода закиси желѣза въ окись постепенно увеличивалась и въ теченіе шести часовъ отъ 100°C достигла 210° , при которой началось полное горѣніе.

Второй случай. Для полученія на миткаль гладкаго, ровнаго цвѣта «*Бистръ*», соотвѣтствующаго цвѣту перекиси марганца (темно-коричневому), по способу *Balanche*'а, миткаль былъ пропитанъ воднымъ растворомъ, содержащимъ двуххромокалиеву соль ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$), хлористый марганецъ (Mn Cl_2) и уксуснонатріеву соль ($\text{C}^2\text{H}^3\text{O}^2\text{Na}$): Послѣ пропитыванія миткаль высушенъ въ сушильной камерѣ, по выходѣ изъ которой, при правильной работѣ, ткань выходитъ нагрѣтой не выше 37° — $43\frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$; но нѣкоторыя штуки товара въ данномъ случаѣ вышли сыроваты, а потому ихъ нужно было досушить, что и исполнили на сушильных барабанахъ, съ температурой на ихъ поверхности $=119^{\circ},5\text{C}$; при этомъ не только удалили влагу съ миткаля, но и нагрѣли его до температуры поверхности барабановъ, или не менѣе 100°C . Такія нагрѣтыя штуки были сложены въ теплой комнатѣ при темп. $37\frac{1}{2}^{\circ}\text{C}$, въ общую кучу вмѣстѣ съ тѣмъ товаромъ, который былъ высушенъ въ сушильной камерѣ и имѣлъ температуру $43\frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$. По прошествіи четырехъ или пяти часовъ, сталъ распространяться запахъ гари; при раскидываніи товара изъ кучъ, нѣкоторыя штуки были очень горячи, а другія можно было свободно брать въ руки; тѣ, у которыхъ темп. была высока, мѣстами воспламенились.

Образованіе цвѣта «бистръ» по способу Баланша основано на томъ, что двуххромокалиева соль ($\text{K}_2\text{Cr}_2\text{O}_7$)

въ растворѣ солей закиси марганца не даетъ осадка, а средняя хромовокаліева соль ($\text{Ca}^2 \text{Cr} \text{O}^4$) въ тѣхъ же соляхъ марганца при нагрѣваніи выделяетъ обильный осадокъ коричневаго цвѣта, составъ котораго въ точности не изслѣдованъ, но *Wurtz* и затѣмъ *J. Klaudy* даютъ ему формулу: $8 \text{Mn} \text{CrO}^4 \cdot 7 \text{Mn} \text{O} \cdot \text{H}^2 \text{O}$, то есть—основная хромово-марганцовая соль закиси, соединеніе такое, которое можетъ въ сухомъ видѣ окисляться и переходить въ высшую степень окисленія марганца, до содержанія перекиси марганца, почему *Wurtz* даетъ осадку формулу: $\text{Mn} \text{Cr} \text{O}^4 \cdot \text{MnO}^2 \cdot \text{H}^2 \text{O}$, которая очевидно разнится отъ первой формулы.

Выходя изъ вышесказанной реакціи, легко теперь объяснить причину самовозгаранія въ данномъ случаѣ: на просушенной и нагрѣтой ткани произошло усредненіе уксуснонатровой солью ($\text{C}^2 \text{H}^3 \text{O}^2 \text{Na}$) двухромовокаліевой соли ($\text{Ca}^2 \text{Cr}^2 \text{O}^7$); послѣдняя перешла въ среднюю соль, которая, въ свою очередь, вступила въ обмѣнное разложеніе съ хлористымъ марганцомъ ($\text{Mn} \text{Cl}^2$), причемъ образовалось соединеніе, установленное *J. Klaudy*—богатое содержаніемъ закиси марганца, сходное по свойствамъ съ закисью желѣза и имѣющее способность жадно поглощать кислородъ и переходить въ окись марганца ($\text{Mn}^3 \text{O}^4$). Но реакція окисленія всегда сопровождается повышеніемъ температуры и при недостаточномъ провѣтриваніи окружающимъ воздухомъ сложеннаго въ кучи товара, температура ткани повысилась до воспламененія.

Третій случай. Самовозгараніе бумажной ткани набитой чернымъ анилиномъ.

Суровый миткаль, служившій подкладкой при печатаніи платковъ чернымъ анилиномъ по бѣлому миткалю, пройдя нѣсколько разъ черезъ печатающій валь и получивши такимъ образомъ по своимъ кромкамъ нѣсколько разъ нанесенную краску, былъ положенъ на горячихъ сушильныхъ плитахъ, при темп. поверхности до 130°C . Приблизительно чрезъ 20 минутъ произошло воспламененіе миткаля по кромкамъ, то-есть въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ была нанесена нѣсколько разъ краска.

Въ составъ краски для чернаго анилина въ данномъ случаѣ были взяты: соляно-кислый анилинъ, бертоллетова соль, крахмалъ, вода и сѣрнистая мѣдь. Послѣдняя отъ дѣйствія воздуха перешла въ сѣрнокислую мѣдь, которая, вступая въ обмѣнное разложеніе съ бертоллетовою солью образуетъ сѣрнокислый калий (K_2SO_4) и хлорноватокислую мѣдь $[\text{Cu}(\text{ClO}_3)_2]$; послѣдняя же при температурѣ отъ $433\frac{3}{4}^{\circ}\text{C}$ разлагается на окись мѣди, хлоръ и кислородъ. Подъ вліяніемъ такихъ сильныхъ окислителей изъ анилина получается тотъ сложный пигментъ, составъ котораго неизвѣстенъ и называется чернымъ анилиномъ.

На основаніи вышеуказанной реакціи можно объяснить данный случай самовозгаранія: на кромкахъ суроваго миткаля, служившаго подкладкой, была набита значительная масса краски для полученія чернаго анилина. Сѣрнистая мѣдь изъ ранѣе набитой краски успѣла перейти въ сѣрнокислую; тотчасъ, вслѣдствіе обмѣннаго разложенія съ бертоллетовою солью, началось образованіе хлорноватокислой мѣди, которая при нагрѣваніи ткани выше

43³/₄° С стала разлагаться съ выдѣленіемъ хлора и кислорода. Огъ дѣйствія послѣдняго вся сѣрнистая мѣдь, бывшая на миткалѣ, перешла сначала въ сѣрнокислую, а отъ реакціи съ бертолетовой солью въ хлорноватую, и такимъ образомъ при постоянно увеличивающейся температурѣ ткани отъ соприкосновенія ея съ нагрѣтой поверхностью сушильных плитъ, количество выдѣляющагося кислорода отъ разложенія хлорноватокислой мѣди быстро увеличивалось. Имѣющіяся въ той же средѣ органическія вещества, какъ то: крахмалъ-краски и крахмалъ-шлихты, находясь въ тѣсномъ соприкосновеніи съ выдѣляющимся кислородомъ, быстро окислялись, что сопровождалось быстрымъ повышеніемъ температуры—до воспламененія ткани.

Четвертый случай. Бумажная ткань, шириною 17 вершковъ и длиною въ 60 аршинъ, была малярною кистью покрыта льняной олифой, съ цѣлью полученія непромокаемой ткани, замѣняющей клеенку въ больницѣ. Слой олифы при употребленіи малярной кисти не могъ быть нанесенъ равномерно; мѣстами слой былъ толще, а мѣстами тоньше. Затѣмъ проолифленная ткань была развѣшена въ комнатѣ при темп. 25° С для высыханія олифы, т. е. для образованія каучукообразной массы, называемой линоксидъ, который есть продуктъ окисленія жирныхъ кислотъ льняной олифы. Черезъ недѣлю проолифленную ткань сняли, сложили и оставили въ комнатѣ при темп. 25° С; чрезъ нѣсколько дней ткань начала издавать запахъ пригорѣлаго масла. При раскрытіи штуки оказалось, что она мѣстами, гдѣ слой олифы былъ толще, нагрѣлась и обуглилась.

Объяснить этотъ фактъ можно тѣмъ, что сложенная, проолифленная ткань имѣла въ своей массѣ большое количество неокисленныхъ жирныхъ кислотъ олифы, способныхъ перейти въ каучукообразную массу (линоксидъ), а потому когда ткань сложили и тѣмъ самымъ затруднили притокъ окружающаго воздуха, способнаго охлаждать поверхность ткани, отъ реакціи окисленія жировыхъ кислотъ олифы температура ткани повысилась до обугливанія, и если бы не было замѣчено во время, то могло бы произойти возгораніе.

Изъ разсмотрѣнныхъ четырехъ случаевъ можно вывести слѣдующія положенія:

1) Самовозгараніе ткани можетъ быть въ томъ случаѣ, когда на ткани имѣются химическія вещества, способныя окисляться, или же выдѣлять кислородъ въ присутствіи органическихъ веществъ легко-окисляющихся, причемъ температура ткани $= 80^{\circ} - 100^{\circ} \text{C}$.

2) Самовозгараніе ткани съ химическими веществами, способными окисляться, можетъ быть въ томъ случаѣ, когда поверхность ея не доступна свободному притоку окружающаго воздуха съ цѣлью охлажденія возрастающей температуры ткани.

Г. Шаровъ сообщилъ намъ слѣд. фактъ самовозгаранія, случившійся на ситцевой фабрикѣ въ селѣ Песцовѣ (Владим. губ.) въ 1873 году. Тамъ плюованный чернымъ анилиномъ товаръ, вслѣдствіе производившихся въ зрѣльникѣ поправокъ, не могъ быть сданъ немедленно въ этотъ аппаратъ; по этой причинѣ товаръ сложили въ кучи около 8 час. утра, а въ 11 ч. вечера, во время ночныхъ работъ, про-

изошло самовозгараніе. Быстро принятыя, благодаря присутствію рабочихъ, мѣры помогли потушить пожаръ въ самомъ его началѣ.

Съ своей стороны, директоръ громадной мануфактуры М. А Павлова въ г. Шуѣ, Г. *Haas* любезно сообщилъ намъ подробныя свѣдѣнія о пожарѣ, происшедшемъ на этой фабрикѣ 25 марта 1894 года. Въ означенный праздничный день работы на фабрикѣ не производились, а равно всѣ мелкія подчинки были прекращены, такъ что кромѣ дежурнаго надсмотрщика, въ фабричныхъ помѣщеніяхъ никого не было. Этотъ надсмотрщикъ былъ смѣненъ другимъ въ 12¹/₂ час. утра и около того же времени осмотрѣлъ фабрику и директоръ г. Гаазъ, причемъ ни онъ, ни дежурный ни малѣйшаго запаха гари не ощущали. Вдругъ, около 2¹/₄ часа по полудни, дежурный усмотрѣлъ по направленію аппретурнаго отдѣленія густой дымъ и почувствовалъ сильный пригорѣлый запахъ. Немедленно поднялась тревога и хотя прибѣжали рабочіе и всѣ противопожарныя мѣры были приняты, но уже, спустя нѣсколько минутъ, весь примыкавшій къ конторѣ фабричный корпусъ, длиною свыше 50 сажень, былъ объятъ пламенемъ. Прибывшая городская пожарная команда, равно и всѣ имѣвшіяся на самой фабрикѣ противопожарныя средства оказались безсильными пріостановить пожаръ, который распространялся съ неимоверною быстротою, такъ что въ короткое время все фабричное зданіе представляло пылающій костеръ, къ которому, по причинѣ невыносимаго жара, невозможно было приблизиться, а потому всѣ усилія пожарныхъ обращены были на спасеніе

примыкающихъ къ фабричному корпусу зданій, которыя и удалось отстоять.

Между товаромъ находилось 200 кусковъ *кумачу* который удалось спасти при самомъ началѣ пожара. Изъ другихъ опасныхъ тканей слѣдуетъ указать на 60 кусковъ ситцу, окрашенныхъ чернымъ анилиномъ и прошедшихъ уже чрезъ зрѣльникъ, Этотъ товаръ по 10 кусковъ, длиною въ 60 аршинъ каждый, сложенъ былъ другъ возлѣ друга, такъ что доступъ воздуха былъ свободенъ. Когда же замѣченъ былъ пожаръ, то, по причинѣ густого дыма-наполнявшаго собою все помещеніе гдѣ сложены были эти куски, туда уже невозможно было проникнуть, такъ что съ увѣренностію нельзя сказать—начался ли пожаръ именно въ этомъ мѣстѣ или же дымъ проникъ туда изъ другого отдѣленія фабричнаго корпуса. „Тѣмъ не менѣе,—замѣчаетъ г. *Naas*,—принявъ во вниманіе, что во всемъ корпусѣ другого огнеопаснаго товара не было, то невольно рождается подозрѣніе, что именно товаръ окрашенный черной анилиновой краской, былъ причиною пожара, тѣмъ болѣе, что на другихъ фабрикахъ, при тѣхъ же обстоятельствахъ, случались пожары, никакою другою причиною необъяснимые. Хотя вы-сказанное здѣсь мною есть лишь предположеніе, но это можетъ оказаться полезнымъ въ фабричной практикѣ, побуждая техникувъ къ болѣе обстоятельному изслѣдованію случаевъ самовозгаранія тканей-окрашенныхъ черной анилиновой краской“.

Кромѣ фактовъ самовозгаранія тканей, окрашенныхъ чернымъ анилиномъ, гг. техники сообщали намъ нѣкоторые случаи, относящіеся къ самовоз-

таранію промасляныхъ бумажныхъ матерій. Такіе случаи (пишетъ намъ директоръ Ярцевской мануфактуры, г. Перловъ) всѣмъ хорошо извѣстны и довольно часто наблюдались особенно въ прежнее время, когда болѣе употребляли растительныя масла. Зависитъ это явленіе отъ окисленія масла, распространеннаго на огромной поверхности ткани, а также отъ давленія на пропитанную масломъ ткань. Последнее можно объяснить тѣмъ, что для окисленія масла требуется немного воздуха, и послѣдній находится въ достаточномъ количествѣ между сложеннымъ товаромъ, который препятствуя свободной циркуляціи холоднаго воздуха, въ то же время, вслѣдствіе дурной своей теплопроводности, способствуетъ тому, что теплота изнутри не теряется наружу. Это доказывается тѣмъ, что нижніе слои сложенныхъ въ кучи промаслянныхъ хлопковыхъ кусковъ или масляной бумажной рвани всегда имѣютъ болѣе высокую температуру чѣмъ верхніе. Часто приходилось находить нижніе були съ такими продуктами на столько горячими, что можно было объ нихъ обжечь руку, тогда какъ верхніе были совершенно холодны. Особенно способностію къ нагрѣванію въ смоченномъ видѣ, при условіи большой нагрузки, отличаются такъ называемые хлопковые орѣшки, т. е. сѣмена хлопка, всегда примѣшенныя къ волокну въ большей или меньшей степени. Такіе орѣшки, будучи положены въ большую кучу и смочены водою, очень скоро нагрѣваются въ нижнихъ своихъ частяхъ, а чрезъ годъ или два перегораютъ совершенно и обращаются въ черноземъ. На одной фабрикѣ осенью срезаны бы-

ли въ нарочно устроенную яму замасляные „концы“, т. е. обрывки крашенных матерій, завалены землею, а зимою куча была покрыта снѣгомъ. Весною, скоро послѣ стаянія снѣга, изъ кучи повалился дымъ и только немедленно принятыми мѣрами пожаръ былъ потушенъ.

Весьма любопытно происхожденіе пожара, случившагося въ 1893 г. въ Берлинѣ на фабрику, изготовляющей искусственные цвѣты. Причина пожара, по отзыву экспертовъ — былъ лакъ, коимъ смазаны были черенки и лепестки. Черенки, сдѣланные изъ хлопчато-бумажной матеріи, окрашены были въ зеленый цвѣтъ и покрыты шерстяною пылью, прилѣпленной къ лаку (последняго было 8⁰/₀ по вѣсу). Эфиръ лака дѣйствовалъ какъ масло, ненасыщенное кислородомъ; черенки воспламенились, точно бумажныя промасляныя тряпки, и лишь съ трудомъ могли быть потушены. Поэтому искусственные цвѣты не должны быть упаковываемы въ свѣжемъ видѣ, а предварительно продолжительное время быть выставленными на воздухъ. На одной фабрикѣ въ Саксонскихъ Рудныхъ горахъ загорѣлась канва, смоченная льнянымъ масломъ и выставленная на солнце для просушки. Повторенъ былъ опытъ, но и онъ показалъ, что самовозгараніе исключительно зависѣло отъ льняного масла (1)

Näpke, 1. с. pg 73.

VII. Самовозгораніе маслъ и жировъ.

Такъ какъ намъ придется много разъ упоминать о явленіи самовозгоранія разныхъ веществъ, происшедшемъ вслѣдствіе смачиванія этихъ веществъ масломъ или жиромъ, то, во избѣжаніе повторенія описанія химическихъ процессовъ, происходящихъ въ послѣднихъ, мы нужнымъ считаемъ разсмотрѣть сначала свойства упомянутыхъ жировыхъ веществъ и способность ихъ къ самовозгоранію.

Сначала упомянемъ объ опытахъ *Houzeau* надъ оливковымъ и маковымъ масломъ ¹⁾. Жирныя масла бываютъ двоякаго рода: одни остаются жидкими (*Schmierige Oele*), другія же ссыхаются (*teigartige Beschaffenheit*); послѣднія легче измѣняются на воздухѣ, а потому и легче воспламеняются.

Houzeau налилъ 25 грам. свѣжаго оливковаго масла въ открытый сосудъ; въ масло погружалась стеклянная трубка, сверху запаянная; такой же опытъ произведенъ былъ и съ маковымъ масломъ. Спустя два мѣсяца уровень оливковаго масла не измѣнился, маковое же масло въ трубкѣ поднялось на два сантиметра; чрезъ 4 мѣсяца оливковое масло въ трубкѣ поднялось на 2, маковое же на 5 сантим. Затѣмъ уровень маковаго масла болѣе не измѣнялся, ибо весь кислородъ въ трубкѣ исчезъ и тамъ оказались лишь азотъ и угольная кислота. Впрочемъ оба

¹⁾ Erdmann, *Journ. f. techn. und ökon. Chemie*, VII pag. 205 — 213.

масла еще далеко не были насыщены кислородомъ, а потому во вновь вставленныхъ трубкахъ уровень ихъ снова поднимался.

Второй опытъ сдѣланъ былъ *Houzeau* съ стекляннымъ колоколомъ, наполненнымъ высушеннымъ воздухомъ и погруженнымъ въ ртуть, на поверхность которой налить былъ слой оливковаго масла, высотой въ два сант.; температура = 15° С. Точно также поступлено было съ маковымъ масломъ. Въ первые три мѣсяца поглощеніе кислорода оливковымъ масломъ едва было замѣтно, между тѣмъ какъ маковое масло за это время поглотило объемъ кислорода, равный собственному своему объему. Спустя 4 мѣсяца оливковое масло поглотило три, маковое же масло—7 объемовъ кислорода. Будучи выставлены на солнце, оливковое масло спустя пять дней поглотило 15, а маковое—45 объемовъ кислорода, причемъ температура вѣроятно повышалась; въ колоколѣ оказалось мало кислорода. Впрочемъ оба масла еще далеко не были имъ насыщены, такъ какъ по наблюденіямъ *T. de Cossюра* тонкій слой орѣховаго масла въ теченіе 10 мѣсяцевъ можетъ поглотить 140 объемовъ кислорода.

Важнѣйшая при этомъ реакція, говоритъ *Houzeau*, это—поглощеніе масломъ кислорода и образованіе углекислоты. Тутъ происходитъ совершенное горѣніе: углеродъ соединяется съ кислородомъ, причемъ освобождается значительное количество теплоты. Но такъ какъ, благодаря волокнистому строенію хлопка и шерсти, масло касается воздуха въ безчисленномъ количествѣ точекъ, то нечего удивляться, почему температура повышается до $550-600^{\circ}$ С.—

Теплота, освободившаяся при разложеніи частицъ масла, прикасающихся волокнамъ, еще болѣе ускоряетъ разложеніе остальной массы масла.

Tatlok также указываетъ на то, что оливковое масло, масло извлекаемое изъ сѣмянъ хлопчатника, а также другія масла, выставленные на воздухъ, не показываютъ уменьшенія вѣса, а напротивъ (какъ и льняное сѣмя) увеличеніе. Можно поэтому допустить, что медленное окисленіе маслъ, подобно какъ это имѣетъ мѣсто при углѣ, есть причина самовозгоранія, и, дѣйствительно, вычисленіе показываетъ, что теплота, развивающаяся при окисленіи, благодаря благопріятнымъ обстоятельствамъ, можетъ возвысить температуру до воспламененія. По наблюденіямъ Тэтлока между растительными маслами льняное, а между животными — тюлений жиръ имѣютъ особенную склонность къ самовозгоранію. Что же касается до маслъ минеральныхъ, то таковыя не только къ этому не склонны, но даже предохраняютъ смоченныя ими ткани. По изслѣдованію Томсона, тѣ масла, которыя особенно сильно поглощаютъ кислородъ, въ особенности склонны къ самовозгоранію. Можно бы думать, что при высушиваніи въ печкѣ матеріи, смоченной масломъ, вслѣдствіе его испаренія, образуется атмосфера легко загорающаяся. Тэтлокъ это опровергаетъ слѣд. доводами: если одну бочку оливковаго масла, коимъ смоченъ былъ хлопокъ, въ теченіи 24 часовъ нагрѣть до 83° , то, если вместимость печи = 1944 куб. метра, при испареніи 1% масла, воздухъ будетъ содержать лишь 0,4% горючаго газа, а потому совершенно безопасенъ, такъ какъ лишь при

2,5% можетъ воспослѣдовать воспламенение. Поэтому истинная причина послѣдняго,—это—поглощеніе кислорода масломъ. Одинъ процентъ поглощенного въ 24 часа кислорода и образованіе углекислоты развиваетъ количество теплоты, достаточное для возвышенія температуры воздуха внутри печи на 135°. Если воздухъ спокоенъ, то матеріалъ, смоченный масломъ, нагревается; при возвышенной же температурѣ увеличивается окисленіе и наступаетъ самовозгораніе ¹⁾.

Въ 1891 г. *Кислингъ* произвелъ рядъ опытовъ надъ измѣненіемъ вѣса, которое жирныя масла претерпѣваютъ будучи выставлены на воздухъ ²⁾. Масла: оливковое, рѣпное, хлопчатное, сырое и вареное льняное, въ равномъ количествѣ (10 gr.) и приблизительно равной поверхности (около 35 кв. сант.) выставлены были на свѣтъ при обыкновенной комнатной температурѣ. Увеличеніе вѣса по истеченіи 10 дней оказалось: въ сыромъ льняномъ маслѣ 1,13%; въ вареномъ—3,4%; оливковое же масло осталось неизмѣннымъ. При темп. 100°C рѣпное и вареное льняное масло показали уже по истеченіи 20 часовъ увеличеніе вѣса на 1%. Приводя эти результаты, *Härke* указываетъ на то, что поглощеніе кислорода масломъ, смочившимъ хлопокъ, по причинѣ волокнистаго его строенія, должно быть несравненно больше. По этой причинѣ, на судахъ никогда не слѣдуетъ помѣщать хлопокъ ря-

¹⁾ *Chem. Centralblatt*, 1891, Bl, 42, pg. 388 — 389; *Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1891, pg. 222.—

²⁾ *Zeitschr. f. angew. Chemie*. 1891, Heft 13.

домъ съ растительными или животными маслами, тѣмъ болѣе, что масло расширяясь нерѣдко разрываетъ бочки и выливается наружу. Въ 1889 г. на суднѣ, нагруженномъ 6000-ми бочекъ масла случился пожаръ и хотя специалисты не признали самовозгаранія, но, тѣмъ не менѣе, пожаръ приписывали легкой воспламенимости масла. Подобное же въ 1811 году случилось въ Кенигсбергѣ: солома и сухой мохъ, на которыхъ прежде стояли бочки съ масломъ, воспламенились сами собою. Въ 1875 г. въ С. - Петербургѣ произошелъ большой пожаръ, жертвою коего сдѣлался маслобойный заводъ Товарищества паровыхъ маслобоенъ. Пожаръ первоначально показался въ амбарѣ, въ которомъ лежали кули съ *прессованнымъ льнянымъ семенемъ*. Хотя объ этомъ пожарѣ въ газетѣ значилось, что «причина неизвѣстна», но съ значительною долею вѣроятности можно предполагать, что и тутъ имѣло мѣсто самовозгараніе льняного сѣмени ¹⁾—«Поглощеніе кислорода жирными маслами, говоритъ *Chateau*, происходитъ сначала медленно, но потомъ оно вдругъ усиливается и притомъ въ большихъ количествахъ масла или жира бываетъ до того значительно, что вслѣдствіе отдѣленія теплоты, масло можетъ загорѣться, чѣмъ и объясняются внезапные пожары, нерѣдко случающіеся въ магазинахъ и складахъ маселъ, на ткацкихъ фабрикахъ и т. п.» ²⁾.

«Опасность отъ самовозгаранія жирныхъ или маслянистыхъ веществъ, говоритъ *Anton*, гораздо

¹⁾ *Лохтинъ*, 1. с. стр. 58.

²⁾ *Die Fette* nach. Th. *Chateau*, von Hartmann, 1864, pg. 9.

значительнѣе, чѣмъ отъ веществъ гнѣющихъ, потому что первыхъ для самовозгаранія иногда достаточно бываетъ небольшого даже количества, между тѣмъ какъ гнѣющаго вещества необходимо для этого значительная масса. Далѣе, самовозгараніе жирныхъ веществъ, какъ показали произведенные опыты, можетъ произойти въ теченіе немногихъ часовъ, между тѣмъ какъ при гнѣеніи самовозгараніе вѣроятно наступаетъ только чрезъ нѣсколько дней; впрочемъ, случаи доказаннаго самовозгаранія вслѣдствіе гнѣенія недостаточно еще изслѣдованы для того, чтобы можно было опредѣлить время, въ теченіе котораго случается воспламененіе. Какъ опасны въ пожарномъ отношеніи пропитанныя масломъ или жиромъ вещества, видно изъ одного изслѣдованнаго случая, въ которомъ горсть тряпокъ, служившихъ для вытиранія паровой машины, унесенная крысами къ себѣ въ гнѣздо, загорѣлась сама собой» 1).

Мульдеръ указываетъ на то, что при явленіи самовозгаранія не столь важно само вещество, смоченное масломъ или жиромъ какъ важны скважины вещества, позволяющія маслу прикасаться воздуху огромною поверхностію. Само же вещество можетъ быть органическое или же не органическое, лишь бы обладало многочисленными скважинами или, другими словами, представляло собою огромную поверхность. «Доказано, говоритъ Мульдеръ, что поверхность твердыхъ тѣлъ сгущаетъ газы и что сгущеніе увеличивается, если тѣло скважистое напр.

1) C. W. Anton *Illustr. Encyclopoedie für Müller*, 1872, pg. 490.

(губчатая платина, древесный или животный уголь). Магнусъ доказалъ сгущеніе газовъ на поверхности стекла, Жамень и Бертранъ — сгущеніе въ пескѣ, толченомъ стеклѣ и въ мелко-раздробленныхъ металлахъ, а Соссюръ — въ морской пѣнкѣ, асбестѣ, деревѣ, шелковыхъ и шерстяныхъ тканяхъ. Если скважистое вещество, напр. пемза вмѣщаетъ внутри себя органическое вещество (напр. оливковое масло) сгущаетъ кислородъ на своей поверхности, то она сгущаетъ его именно на органическомъ веществѣ, и если послѣднее способно окисляться, то окисленіе сгущеннымъ кислородомъ, въ одно и тоже время, должно быть гораздо сильнѣе, чѣмъ при обыкновенномъ состояніи органическаго вещества, когда подобнаго сгущенія не происходитъ; къ этому присоединяется увеличеніе поверхности, когда жидкое органическое вещество проникаетъ скважистое тѣло, вслѣдствіе чего увеличивается число точекъ его соприкосновенія съ воздухомъ; слѣдовательно на органическое вещество дѣйствуетъ не только сгущенный кислородъ, но послѣдній дѣйствуетъ еще одновременно на огромную поверхность окисляемаго вещества.

«Изслѣдованія *Reyset* и *Миллона* показали, что органическія вещества, которые сами по себѣ разлагаются на воздухъ при высокой температурѣ, въ соприкосновеніи съ скважистыми веществами разлагаются при значительно низшей температурѣ. Напримѣръ, лимонная кислота, заключенная въ губчатой платинѣ, разлагается на воздухъ въ углекислоту и воду уже при 165°C , и въ доказательство того, что здѣсь необходима именно губчатая

платина, можно привести, что пемза производить тоже разложение уже при 155° . При прикосновении съ воздухомъ и губчатой платиной, виннокаменная кислота разлагается уже при 160° , сахаръ при 140° , коровье масло при 90° , оливковое — при 80° , причемъ, во всѣхъ случаяхъ, выделяется углекислота и вода. Явленіе это наблюдается въ особенно сильной степени, если скважистое тѣло проникнуто легко окисляемымъ органическимъ веществомъ; въ подобномъ случаѣ происходитъ самовозгараніе и именно по указаннымъ тремъ причинамъ: легкой окисляемости, увеличенію поверхности для дѣйствія воздуха и сгущенію кислорода этой поверхностію. Если краска, приготовленная на высыхающемъ маслѣ, пропитываетъ скважистое тѣло, въ родѣ древеснаго угля, полотна или сотни другихъ предметовъ, то иногда чрезъ короткое время можно замѣтить самовозгараніе вслѣдствіе сильнаго окисленія. *Aubert*, *Glavimans* и *Hadfield* доказали, что сгущеніе кислорода древеснымъ углемъ и масляной краской доходитъ до самовозгаранія. Тою же способностію отличаются разныя обугленные органическія вещества: мука, рисъ, кофе, солодъ, опилки и т. п. (*Georgi*, *Rude*).

«Общій выводъ изъ многочисленныхъ изслѣдованій тотъ, что легко окисляются органическія вещества, проникая вещества скважистыя или будучи сами скважисты, вслѣдствіе усиленнаго сгущенія кислорода, могутъ загорѣться сами собой» ¹⁾.

1) *Mulder*, *die Chemie der Ackerkrume*, Bd. II, pg. 9, seq. *Лохтинъ*, 1. с. pg. 44—45.

Доказательствомъ, что самовозгараніе вовсе не зависитъ отъ смачиваемыхъ масломъ веществъ, а исключительно отъ одного масла, можетъ служить то, что въ одной изъ берлинскихъ мастерскихъ желѣзные опилки (количествомъ $\frac{1}{3}$ куб. метра), смоченные рѣпнымъ масломъ нагрѣты до такой степени, что полъ, на которомъ они лежали, обуглился; должно притомъ замѣтить, что опилки были вовсе не мелкіе, а довольно грубые ¹⁾).

Что касается оливковаго или деревяннаго масла, то относительно способности его къ самовозгаранію мнѣніе лишь весьма недавно измѣнилось. Прежде считали это масло совершенно неспособнымъ возгорѣться, а вслѣдствіи этого, англійскія страховыя общества, налагавшія особую премію на тѣ фабрики, гдѣ употребляются масла, одно лишь оливковое масло оставляли безъ налога, не смотря на то, что оно, какъ превосходное смазочное средство, въ общемъ употребленіи на всѣхъ заводахъ и фабрикахъ. А между тѣмъ не могло ускользнуть изъ вниманія, что шерстяныя тряпки, пенька, очески хлопка, смоченные именно деревяннымъ масломъ не только подвержены самовозгаранію, но что деревянное масло, въ этомъ отношеніи, *оказывается даже гораздо опаснѣе, чѣмъ другія масла*. Въ этомъ отношеніи въ Англіи высказались *Graham, Galletly* и *Majendie*. Въ особенности эти ученые указываютъ на хлопковые очески, служащія на фабрикахъ для вытиранія машинъ, а потому сплошь пропитанные деревяннымъ масломъ; эти тряпки часто бросаются зря, на сол-

¹⁾ *Elsner*, l. c. pg. 218.

вечный припекъ, да притомъ же высокая температура, которая обыкновенно бываетъ во всѣхъ фабричныхъ помѣщеніяхъ, достаточна для того, чтобы тряпки эти возгорѣлись и причинили пожаръ, который приписывается «неизвѣстной причинѣ». По словамъ *Meunier*, слѣдуетъ опасаться и влажности. При извѣстной температурѣ и степени влажности брошенныхъ другъ на друга тряпокъ, ферментъ заключающійся въ промасленныхъ тряпкахъ, можетъ, при содѣйствіи влажности, способствовать самовозгаранію ¹⁾. Разъ убѣдившись въ способности деревяннаго масла къ самовозгаранію, англійскія страховыя общества рѣшили обложить это масло особой преміей и въ настоящее время «Northern Fire Offices» заняты этимъ вопросомъ.

Не можемъ не упомянуть о любопытномъ случаѣ пожара, происшедшаго въ Чикаго на одной обширной сапожной фабрикѣ и сначала возбуждавшаго общее недоумѣніе, до тѣхъ поръ пока „*Chicago Fire Board*“ не взялъ дѣла въ свои руки и не выяснилъ истинную причину загадочнаго пожара. Сапожная фабрика помѣщалась въ обширномъ четырехэтажномъ зданіи. Пожаръ обнаружился первоначально въ четвертомъ этажѣ, гдѣ производилась смазка готовыхъ сапоговъ сначала масломъ, а потомъ ваксой. Хотя смазка масломъ производилась щетками, но тѣмъ не менѣе въ мастерской всегда находилось множество тряпокъ, употребляемыхъ работниками какъ для вытиранія рукъ, такъ и для чистки рядовъ. Вечеромъ же, по прекращеніи работы, осо-

¹⁾ *Meunier*, 1. с. pg. 131.

бенно приставленные къ этому работницы ежедневно собирали всѣ эти тряпки и посредствомъ элеватора спускали ихъ, уложивъ въ деревянную коробку, въ нижній этажъ, гдѣ онѣ укладывались подъ паровымъ котломъ и на слѣдующее утро сожигались. Случилось такъ, что два дня до пожара, въ субботу, элеваторъ не былъ въ дѣйствиіи, а потому деревянный ящикъ съ тряпками оставался въ четвертомъ этажѣ. Въ ночь отъ воскресенья на понедѣльникъ загорѣлось въ этомъ этажѣ, хотя, начиная съ субботы вечеромъ, никого тамъ не было, и потому „*Fire Board*“, на обвинуясь, приписалъ пожаръ самовозгаранію засаленныхъ тряпокъ. Это подало ему поводъ къ осмотру и прочихъ сапожныхъ фабрикъ. Оказалось вездѣ крайне небрежное обращеніе съ тряпьемъ, пропитаннымъ масломъ: не только повсюду валялись подобныя тряпки, но и одежда работниковъ оказалась пропитанною масломъ и не убранною. Тогда только стало ясно, почему въ Чикаго, гдѣ производство сапожнаго товара происходитъ въ громадномъ размѣрѣ, именно на этихъ фабрикахъ часто случаются пожары и почему страховыя общества, умудренные опытомъ, именно эти фабрики неохотно принимаютъ въ страховку и облагаютъ ихъ высокою страховой преміей.

Всѣ масла и жиры можно раздѣлить на три категоріи: *животныя, растительныя и минеральныя.*

1) Изъ жирныхъ веществъ *животнаго* происхожденія особенно подвержены самовозгаранію: сало (бычачье и баранье), топленое сало, ворвань, китовый жиръ и свиное сало. Всѣ эти жиры, проникши въ скважистыя вещества или же волокнистыя—вслѣдствіе

многочисленныхъ пѣръ своихъ представляющія огромную поверхность—подвержены самовозгаранію. По опытамъ *Graham'a*, древесные опилки, смоченные прогорклымъ коровьимъ масломъ, воспламенялись по истеченіи 24 часовъ. Жиры и масла животного и растительнаго царства состоятъ преимущественно изъ углерода и водорода, съ небольшимъ количествомъ кислорода и способны легко конденсировать кислородъ воздуха и окисляться при обыкновенной температурѣ. Такъ жидкая олеиновая кислота въ теченіе весьма короткаго времени при обыкновенной температурѣ можетъ поглотить въ 20 разъ бѣльшій объемъ кислорода, при чемъ физическія свойства ея измѣняются.

2) Къ жирнымъ веществамъ *растительнымъ*, представляющимъ опасность относительно самовозгаранія, слѣдуетъ отнести: деревянное масло, масляняное, касторовое, пальмовое, кокосовое, орѣховое, хлопчатное, кунжутное, маковое, рѣпное и миндальное. Мы уже выше указали на опасность, представляющую деревяннымъ масломъ; *Galletly* удалось произвести самовозгараніе тряпокъ, смоченныхъ этимъ масломъ, по прошествіи 5—6 часовъ. Профессоръ *Van der Weyde* не только вполне подтвердилъ опыты *Galletly*, но указалъ на опасность касательно самовозгаранія *всѣхъ безъ исключенія жирныхъ веществъ растительнаго и животнаго происхожденія*. Слѣдуетъ замѣтить при этомъ, что особенную опасность представляютъ *высыхающія жирныя масла*, а также *масла прогорклія*. По этой причинѣ и лакъ, приготовляемый изъ льнянаго масла, а также *всѣ высыхающіе краски и лаки*, употребляемые живописцами

и бѣльшею частію составленные изъ маковаго, орѣховаго и льнянаго масла, представляютъ еще бѣльшую опасность, чѣмъ масла въ жидкомъ состояніи.

3) Что же касается до жирныхъ веществъ *минеральнаго* происхожденія, какъ наприм. нефть, и всѣ производимыя изъ нефти масла, то таковыя не обладаютъ способностію къ самовозгаранію, въ этомъ отношеніи совершенно безопасны, а потому вполне спокойно могутъ быть употребляемы для смазки. Это единогласно подтверждаютъ: *Galletly, Hoffmann, Graham, Van der Weyde, Anderson, Wilson, Frankland, Wallace* и др.

УШ. Ленъ, пенъка, джутъ, пробка.

Всѣ издѣлія льняныя и пенъковыя, благодаря своему волокнистому строенію, подвержены самовозгаранію, если смочены масломъ или жиромъ. Въ тѣхъ мѣстностяхъ, гдѣ разводится ленъ, а потому имѣется въ изобиліи и льняное масло, давно уже призвано практикою необходимость отдѣлять ихъ другъ отъ друга, въ противномъ случаѣ это все равно что подкладывать огонь. Насчитываютъ множество случаевъ отъ самовозгаранія льняной пряжи, смоченной масломъ. Въ 1757 году въ Брестѣ сгорѣла парусная фабрика вслѣдствіе инсоляціи навощеннаго полотна. Профессоръ *Nasquet*, во время семилѣтней войны былъ очевидцемъ, какъ полотно, привезенное изъ Франціи въ Ганноверъ для солдатскихъ палатокъ и промокшее на дорогѣ, при распаковкѣ сильно дымилось, и внутри тюковъ оказалось обуглен-

нымъ¹⁾. О пожарахъ, случившихся въ С.-Петербургѣ въ 1780 и 1781 гг. вслѣдствіе смачиванія паруснаго полотна масломъ, мы уже упомянули выше. Въ 1830 г. на суднѣ, шедшемъ изъ Алжира до Марсея случился пожаръ, который былъ потушенъ, но вскорѣ вспыхнулъ вновь. Оказалось, что причиною его было навощенное полотно, покрытое свѣжею охрою и лежавшее на сыромъ мѣстѣ. Подобное же случилось другой разъ при перевозкѣ навощенного полотна изъ Парижа въ Марсель²⁾. Вообще случаи самовозгаранія льняной пряжи, смоченной льнянымъ масломъ, наблюдались неоднократно. Старые корабельные канаты, пропитанные дегтемъ и масломъ нащипываются и служатъ для законопаченія судовъ. Въ Бременѣ въ 1891 г. случился пожаръ; подобная промасленная жиромъ пенька сложена была на чердакѣ въ количествѣ 1000 kil., кучею высотой до 2 метровъ. Наканунъ было довольно тепло и солнце нагрѣвало крышу. *Härke*, произведшій разслѣдованіе пожара и нашедшій въ уцѣлѣвшей отъ пожара паклѣ значительное количество дегтя и масла, склоненъ приписать пожаръ самовозгаранію пакли³⁾.

На писчебумажныхъ фабрикахъ, гдѣ, между прочимъ, готовится промасленная бумага для калькированія, самовозгараніе также не рѣдко. Въ 1876 г. на Лондонской телеграфной станціи произошелъ пожаръ, причину коего сначала не могли объяснить;

1) Bohlen, *Ueber Selbstentzündung organischer Substanzen*, Dingl. Pol. Journ. Bd. 134, pg. 64.

2) *Dinglers Pol. J.*, Ad. 38, pg. 246.

3) *Härke*, l. c. 77—78.

оказалось, что возгорѣлась промасленная бумага, которая часто тамъ въ употребленіи. При этомъ случаѣ выяснилась причина и другихъ пожаровъ, вслѣдствіе самовозгаранія бумажныхъ лоскутковъ, употребляемыхъ для вытиранія масла или лака. Во предупрежденіе подобныхъ случаевъ на будущее время, фабрикантъ распорядился, чтобы работники всѣ подобные лоскуты бросали въ нарочно для того сдѣланную желѣзную запирающуюся коробку; всякій же рабочій, который этого не сдѣлаетъ, будетъ подлежать денежному штрафу. Съ того времени самовозгаранія болѣе не случалось, такъ какъ воздухъ не имѣлъ доступа къ промасленной бумагѣ. Во время франко-германской войны 1870 г. одна Дрезденская писчебумажная фабрика приготовляла промасленную бумагу (*gefirnisstes Seidenpapier*), годную для перевязки ранъ. Вскорѣ однакоже фабрикантъ вынужденъ былъ совершенно прекратить производство подобной бумаги, по причинѣ легкой ея возгораемости и предстоящей вслѣдствіе этого опасности для всей фабрики. Лѣтъ пять тому назадъ на С.-Петербургской Михайловской мануфактурѣ работали клеенку. Ролики, на которые былъ накатанъ суровый миткаль, плюсованный предъ тѣмъ льнянымъ масломъ, вслѣдствіе наступившихъ праздниковъ, сложили въ подвалъ. Черезъ два или три дня, когда начаты были работы, ролики найдены были очень горячими. По всей вѣроятности, товаръ возгорѣлся бы, если бы своевременно не обратили на это вниманія.

Вотъ что рассказываетъ г. *Dietrich*, директоръ фабрики, на которой изготовляется бумага, пропи-

танная льнянымъ масломъ (Tauspapier) совершенно прозрачная и хорошо воспринимающая какъ карандашъ, такъ и тушь и водяныя краски. «Употребляемый мною способъ изготовленія слѣдующій: смѣшиваютъ одну часть льнянаго масла съ $2\frac{1}{2}$ — 3 частями бензина (смотря потому, требуетъ ли бумага болѣе или менѣе масла); смѣсь, налитую въ вертикальные свинцовые ящики, нагрѣваютъ паромъ до $60 - 70^{\circ}$ С. и туда разомъ погружаютъ 3 — 5 стопъ бумаги. Масло должно покрывать бумагу по крайней мѣрѣ на три ширины руки. Вслѣдствіе освобожденія изъ бумаги воздуха начинается какъ бы кипѣніе, которое продолжается до тѣхъ поръ, пока вся бумага не будетъ пропитана масломъ. Затѣмъ излишекъ масла выжимается прессомъ и отдѣльные листы выкладываются на снизу посредствомъ пара нагрѣваемый столъ для улетучиванія бензина. Обыкновенно при этомъ работаютъ пять человѣкъ; двое накладываютъ и двое снимаютъ; послѣднимъ строжайше приказано листъ охлаждать рукою, прежде чѣмъ наложить его на уже прежде снятые и просохшіе. Двѣнадцать такихъ высохшихъ листовъ пятымъ работникомъ вывѣшиваютъ на воздухъ. Если же случится, что не совсѣмъ просохшіе листы накладываются другъ на друга, то наступаетъ самовозгараніе, въ чемъ я самъ однажды убѣдился, просунувъ руку въ бумагу; я словно обжогъ ее, а дымъ ѣлъ глаза, точно горчица и причинилъ мнѣ головную боль. Дабы дать себѣ ясный отчетъ о дѣйствіи воздуха на масло, стоить только вспомнить, что стопа бумаги, представляя собою поверхность $228\frac{1}{2}$ кв. футовъ, требуетъ $1\frac{1}{2}$ фунта

масла, которое дѣйствуетъ на двойную поверхность бумаги, то есть на 4563 кв. фута. При томъ же, такъ какъ бумага не вся промаслена, то она позволяетъ воздуху проникнуть чрезъ скважины до самой своей середины ¹⁾».

На нѣкоторыхъ фабрикахъ примѣшиваютъ къ шерсти *пеньку*. Последняя, если промаслена, также подвержена самовозгаранію, хотя еще не выяснено, происходитъ ли последнее отъ масла или отъ мельчайшихъ частицъ желѣза, также нерѣдко прилѣпляющихся къ ткани. Въ одномъ магазинѣ работникъ нечаянно на деревянный полъ вылилъ вареное льняное масло (темп. 21° С.) и вытеръ пеньковымъ веревочникомъ, который бросилъ близъ бочки съ водкой. На слѣдующій день половики горѣли сильнымъ пламенемъ. Опытъ былъ повторенъ: такой же половики смоченъ былъ льнянымъ масломъ при той же температурѣ; по прошествіи столько же времени наступило самовозгараніе ²⁾.

Что касается до *джута*, то по причинѣ легкой культуры растенія изъ коего онъ добывается и обильнаго произрастанія послѣдняго онъ за послѣднее время все болѣе и болѣе распространяется. Ежегодно Остъ-Индія производитъ джута въ количествѣ четырехъ милліоновъ кипъ, изъ коихъ болѣе половины изъ Калкуты вывозится въ Европу, гдѣ онъ употребляется вмѣсто льна, хлопка и пеньки. Джуть въ складахъ оказывается подверженнымъ самовозгаранію, въ особенности если засаленъ. Въ

1) *Elsner*, l. c. pgg. 128—130; 164—165.

2) *Dingl. Pol. J.* Bd. 37, pg. 155.

1891 г. на суднѣ случайно нѣсколько кипъ джута лежали близъ бочекъ, наполненныхъ масломъ; джута воспламенился и это обстоятельство приписали самовозгаранію. Волокно его представляетъ широкій каналъ, наполненный воздухомъ; въ нѣсколькихъ мѣстахъ каналъ этотъ сѣуживается. Въ бременскихъ складахъ джута строго наблюдаютъ за тѣмъ, чтобы кипы его не замаслились и несоблюденію этой неосторожности слѣдуетъ приписать пожаръ, происшедшій въ 1887 г. на англійскомъ суднѣ, нагруженномъ кипами джута¹⁾).

Въ недавнее время вошли въ употребленіе половики изъ такъ называемаго *Linoleum*; ими устилаются полы и лѣстницы. Сперва выдѣлывали ихъ въ одной Англіи, а затѣмъ и въ Германіи. Дѣлаются они изъ *пробковыхъ* отбросковъ, а связующимъ матеріаломъ служитъ льняное масло, лакъ, а также каучукъ и гуттаперча. Такъ какъ льняное масло и лакъ при этомъ употребляются горячими и затѣмъ уже ссыхаются на пробкѣ, то самое это обстоятельство указываетъ, что при этомъ нужно соблюдать большую осторожность. Что же касается каучука или же гуттаперчи, то хотя относительно этихъ веществъ мы не имѣемъ данныхъ, указывающихъ на ихъ способность къ самовозгаранію, но, съ другой стороны, слѣдуетъ припомнить, что вещества эти растворяются лишь въ жидкостяхъ летучихъ и быстро-воспламеняющихся, каковы: бензинъ, сѣрнистый углеродъ, нефтяной эфиръ и др. Въ виду этого и линолеумъ также слѣдуетъ

1) *Nörke*, l. c. pg. 79—80.

отнести къ веществамъ, подверженнымъ самовозгаранію и, во всякомъ случаѣ, относительно склада его въ кипы слѣдуетъ соблюдать осторожность. *Elsner* прямо причисляетъ линолеумъ къ веществамъ самымъ опаснымъ въ этомъ отношеніи¹⁾.

IX. Шерсть.

Такъ какъ шерстяное волокно не имѣетъ канала, наполненнаго воздухомъ, то по этой причинѣ оно менѣе подвержено самовозгаранію. Немытая шерсть всегда содержитъ много жира; но хотя вслѣдствіе этого температура внутри шерстяныхъ кипъ иногда достигаетъ 80°—90° С, но, тѣмъ не менѣе, естественный, находящійся въ шерсти жиръ, никогда не причиняетъ ея самовозгаранія. По крайней мѣрѣ этого явленія никогда не приходилось наблюдать въ громадныхъ шерстяныхъ складахъ въ Лондонѣ и Ливерпулѣ, хотя привозимая туда шерсть совершила громадное морское путешествіе. Если же *сырая* шерсть сложена будетъ въ кучи или набита туго въ мѣшки, то можетъ обугливаться и сильно нагрѣваться. Тутъ происходитъ такъ называемый процессъ *умифицированія*, вслѣдствіе котораго внутри шерсти происходитъ родъ броженія и шерстяныя волокна частію бурѣютъ, частію же обугливаются. Совершенно сухая шерсть, оставаясь въ влажномъ

1) *Elsner*, l. c. pg. 110—111: „Auf jeden Fall ist der Fabrikationszweig der oben genannten Stoffe (*Linoleum* und *Boulinikon*) eine den Feuerversicherer zur Aufmerksamkeit zwingender, und müsste derselbe unbedingt zu den allergefährlichsten gezählt werden“.

мѣстѣ, въ состояніи удержать влажности до половины своего вѣса; при обыкновенныхъ же условіяхъ она содержитъ лишь 15—16% влажности, которую она теряетъ при температурѣ 108—110° С. Если шерсть упакована въ тюки въ сыромъ состояніи, то начинается постепенно нагрѣваться причемъ цвѣтъ ея сначала измѣняется въ желтый, а при бѣльшемъ повышеніи температуры—въ бурый. Для такого процесса гумифицированія потребны четыре условія: 1) складываніе тюковъ шерсти въ большую кучу, вслѣдствіе чего, благодаря дурной теплопроводности шерсти, начавшееся въ одномъ мѣстѣ нагрѣваніе продолжается и увеличивается; 2) температура помѣщенія, гдѣ лежитъ шерсть не ниже нуля; 3) отсутствіе вентиляціи въ этомъ помѣщеніи, вслѣдствіе чего влажность не можетъ уноситься воздухомъ и шерсть охлаждаться не можетъ и 4) сырость самого помѣщенія.

Это явленіе подало поводъ къ одному судебному разбирательству въ Постоуѣ и къ научному изслѣдованію со стороны специалистовъ. Фирма Howland, Luce et Co пріобрѣла 40 тюковъ шерсти, которая въ Пройтонѣ была промыта, высушена на солнцѣ и упакована. Вдругъ изъ тюковъ повалилъ дымъ; тюки были вынесены на воздухъ и осмотрѣны. Оказалось, что во всѣхъ тюкахъ шерсть была обуглена и превратилась въ хрупкую, бурую массу, но, тѣмъ не менѣе, не оказалось ни малѣйшаго слѣда пламени или даже искръ. Фирма потребовала отъ страхового Общества вознагражденіе понесеннаго убытка, приписывая это обыкновенному пожару; общество въ искѣ отказало и обратилось къ

комитету специалистовъ для изслѣдованія. Комитетъ занимался три недѣли этимъ вопросомъ и въ концѣ концовъ пришелъ къ заключенію, что шерсть, хотя была высушена на солнцѣ, но упакована была еще въ сыромъ видѣ и быть можетъ даже теплая; по этой причинѣ обугливаніе шерсти внутри тюковъ должно быть подведено подъ точно такое же явленіе, какъ и гніеніе и обугливаніе сложенного въ скирды сѣна ¹⁾).

Совершенно другое бываетъ, если шерсть промаслена или засалена какими нибудь растительными и животными жирными веществами: въ такомъ случаѣ она дѣлается способною къ самовозгаранію. По словамъ *Meunier*, очески шерсти, смоченные чистымъ деревяннымъ масломъ, относительно самовозгаранія наименѣе опасны; болѣе опасности представляютъ масла: льняное, маковое и рѣпное (а также и пальмовое). Чѣмъ менѣе чисто масло, тѣмъ болѣе смоченныя имъ шерстяные очески болѣе подвержены самовозгаранію. „Я самъ могъ бы, говоритъ *Meunier*, указать на двѣ фабрики, въ которыхъ, вслѣдствіе употребленія дурного качества масла, шерсть воспламенилась на станкѣ, а другой разъ шерсть, сложенная въ коробахъ, также загорѣлась. Обыкновенно подобные пожары случаются начиная съ субботы вечеромъ до понедѣльника утромъ. Но даже 36 часовъ оказывается слишкомъ много: бывали случаи, когда самовозгараніе промасленной шерсти наступало спустя 12 часовъ. По этой причинѣ въ сказанные дни надлежитъ быть

¹⁾ *Elsner*, l. c. pg. 256—257.

особенно осторожнымъ“ 1). Въ виду сказаннаго страховыя общества требуютъ отъ филатуръ, чтобы каждый вечеръ шерстяные замасленные очески были убраны и сложены въ особое помѣщеніе, отдѣленное отъ фабрики.

Есть другое важное обстоятельство, вслѣдствіе котораго шерсть дѣлается въ высшей степени способною къ самовозгаранію. При промывкѣ шерсти весьма часто употребляется пальмовое масло; масло это весьма дешево, легко бѣлится и употребляется для мытья шерсти. Послѣднее начинается сперва промасливаніемъ шерсти пальмовымъ масломъ, послѣ чего, для обмыливанія масла, употребляется поташъ, зола, углекислый натръ и др. щелочи. Еслибы эти вещества употреблялись въ количествѣ, потребномъ лишь для обмыливанія масла, то процессъ мытья шерсти отнюдь не способствовалъ бы самовозгаранію оной. Но бѣда въ томъ, что по недобросовѣстности нѣкоторые фабриканты, желая придать шерсти болѣе вѣсу, употребляютъ масло *въ излишкѣ* и излишекъ этотъ, конечно, не обмыливается, а остается въ шерсти, къ которой для маскированія обмана, прибавляется даже иногда глина, мѣловой порошокъ и т. п., вслѣдствіе чего товаръ кажется еще бѣлѣе и еще тяжелѣе. Подобная шерсть, въ особенности при содѣйствіи влажности, *становится въ высшей степени способной къ самовозгаранію* и въ складахъ большими массами крайне опасна. Еще хуже бываетъ, если пальмовое масло употребляется

1) *Meunier*, l. c. pg. 60, sqq.—Съ этимъ мнѣніемъ согласенъ и *Elsner*, см. l. c. pg. 260.

не чистое, бураго цвѣта, а бѣленое посредствомъ воздѣйствія на него нѣкоторыхъ препаратовъ или же просто посредствомъ продолжительнаго его нагрѣванія. Чрезъ это масло становится прогорклымъ; а такъ какъ это, само по себѣ, представляетъ первую степень окисленія, то понятно, что шерсть, промытая съ избыткомъ подобнаго масла, представляетъ еще гораздо болѣе опасности относительно самовозгаранія.

Смѣшеніе шерсти съ хлопкомъ, а равно примѣсъ къ шерсти пеньки увеличиваетъ опасность. Самовозгараніе шерсти чаще всего случается лѣтомъ, по причинѣ высокой температуры. Въ этомъ отношеніи южныя страны не уступаютъ сѣвернымъ, такъ какъ высокая температура первыхъ уравновѣшивается болѣею продолжительностію топки въ послѣднихъ.

Чтобы узнать, въ какой мѣрѣ масса шерсти способствуетъ ея самовозгаранію, *Нонгсман* сдѣлалъ слѣдующій опытъ: при темп. 20° С куча жирной шерсти положена была на мѣстѣ, освѣщенномъ солнцемъ и тутъ же положена была такая же шерсть, только тонкимъ слоемъ—не толще одного дециметра. Чрезъ два дня куча нагрѣлась довольно сильно, между тѣмъ какъ тонкій слой шерсти показывалъ лишь температуру комнаты. Спустя 8 дней куча внутри имѣла 60° , между тѣмъ какъ темп. тонкаго слоя оставалась прежнею; затѣмъ изъ первой показался дымъ и внутри кучи не возможно было держать руку, между тѣмъ какъ тонкій слой не показалъ ни возвышенія температуры, ни запаха. При возгараніи шерсти чувствовался

сильный эмпиревматическій запахъ. Опыты касательно самовозгаранія шерсти производили *Sommer* и *Hagen*. *Sommer* нагрѣвалъ на крышѣ, на солнечномъ припекѣ, полотно и фланель, пропитанныя масломъ, до 65° C; затѣмъ связавъ плотно, вложилъ въ солому, предварительно также лежавшую на солнцѣ, все это вложилъ въ котелъ и накрылъ подушкою. Хотя въ комнатѣ, гдѣ производился опытъ, было не болѣе 25° C, но на слѣдующій же день масса сильно нагрѣлась и, по снятіи подушки, запылала пламенемъ ¹⁾.

Пожары на шерстяныхъ фабрикахъ, по всѣмъ вѣроятностямъ, нерѣдко обусловливаются самовозгараніемъ промасленной шерсти. Такъ въ 1854 году 25 мая въ Дессау сгорѣла пятиэтажная суконная фабрика и шерстепрядильня. Разслѣдованіе показало, что въ день пожара фабрика, по случаю праздника Вознесенія, не работала и причины пожара доискиваться не могли. Случилось такъ, что часть матеріала, уцѣлѣвшаго отъ пожара пріобрѣтена была другимъ мѣстнымъ же фабрикантомъ и употреблена въ дѣло: именно 24 іюня шерсть смочена была десятью фунтами деревяннаго масла (къ которому примѣшено было малое количество скипидара) и десятью фунтами содоваго щелока. Это дѣлалось такимъ образомъ: слой шерсти окроплялся посредствомъ шприцовки вышесказанною смѣсью, затѣмъ сильно прессовался и на него накладывался другой слой шерсти, съ коимъ поступлено было

¹⁾ Erdmann, *Journ. f. techn. und ökon. Chemie*, VII, 205, 213; *Gehler's Phys. Wörterb.*, Bd. X, pg. 251.

точно также. Получилась такимъ образомъ шерстяная кипа, пропитанная масломъ, которая складывалась въ коробъ до слѣдующаго утра. Въ субботу 24 іюня работники приготовили подобную кипу (вѣсомъ въ 1 центнеръ), но не вложили въ коробъ, а завернули въ мѣшокъ. На слѣдующій воскресный день двое работниковъ, случайно вошедшихъ въ комнату, гдѣ находился этотъ мѣшокъ, увидѣли, что комната полна дымомъ, а когда шерсть вынули изъ мѣшка, то показалось пламя. Это навело на мысль, что и пожаръ 24 мая могъ быть также причиненъ самовозгараніемъ шерсти, вѣроятно, смоченной слишкомъ большимъ количествомъ масла, которое даннымъ количествомъ содоваго щелока (поглотившаго, какъ показалъ анализъ, значительное количество углекислоты) совершенно обмылиться не могло ¹⁾). Аптекарь *Bohlen*, производившій анализъ, и описавшій пожаръ, припомнилъ рассказъ *Montet*, (помѣщенный въ *Mémoires de l'Académie de Paris*), что ткани животного происхожденія легко возгораются и что во Франціи сработанные сукна часто самовозгораются и обугливаются; нерѣдко также шерстяныя матеріи, наваленныя одна на другую въ комнатѣ, гдѣ нѣтъ притока воздуха часто лѣтомъ возгораются, въ особенности же эчески шерсти засаленныя или промасленныя. — Въ концѣ 70-хъ годовъ въ Кенигсбергѣ кучеръ на протянутой веревкѣ повѣсилъ въ конюшнѣ старую засаленную попону. На слѣдующій день увидали въ

1) *Eohlen, Ueber Selbstentzündungen organischer Substanzen*, Dingl. Pol. I. Bd. 134; pg. 61—63.

конюшнѣ огонь: попова загорѣлась, прожгла веревку, упала на полъ и прожгла доски, которыми онъ былъ устланъ. Въ 1877 г. въ Манчестерѣ воспламенилась набивка дивана; оказалось, что она состояла изъ шерсти, пропитанной масломъ ¹⁾. Въ 1889 г. на одной Тюрингенской фланелевой фабрикѣ (въ ночь съ воскресенья на понедѣльникъ, слѣд. спустя 31 часъ по прекращеніи работы) произошелъ пожаръ. Химическое изслѣдованіе показало, что шерсть была очень суха и смочена деревяннымъ масломъ. Такъ какъ шерсть содержала лишь 8% влажности, то, совокупно съ масломъ, она должна была жадно поглощать кислородъ изъ воздуха; быть можетъ также и масло было не совсемъ чисто. Въ теченіе 1890 г. шерстяныя тряпки, промасленные и употреблявшіяся для чистки причинили два раза пожаръ въ типографіи и три раза — въ котельныхъ фабричныхъ помѣщеніяхъ.

Въ Саксоніи въ 1892 г. на чулочной фабрикѣ усмотрѣно было начало пожара, но огонь былъ залить. Оказалось, что окрашенная чернымъ цвѣтомъ (Diamantschwarz) шерсть, благодаря сильной жарѣ и влажному помѣщенію, загорѣлась. Огонь показался въ двухъ разныхъ мѣстахъ; сгорѣли 580 фунтовъ шерстяной пряжи, обуглился и полъ. Остальная пряжа хотя уцѣлѣла, но сильно пострадала отъ дыма и отъ воды.

Подобное случилось и на Саксонской фабрикѣ съ шерстью, окрашенной тою же краской. Когда

¹⁾ Прессъ, *общедоступное руков. для борьбы съ огнемъ* 1893, стр. 12—16; *Deutsche Versicherungszeitung* 1877, pg. 680.

начали разрѣзывать пакеты, то они оказались внутри обугленными, хотя снаружи шерсть имѣла обыкновенный свой видъ. Въ 1893 г. загорѣлся грузъ шерсти на суднѣ, шедшемъ изъ Новой Голландіи въ Англію. Огонь показался *внутри* груза и въ теченіе пяти дней пассажиры не могли справиться съ пожаромъ и должны были пересѣсть на случайно встрѣтившійся пароходъ ¹⁾).

А. Х. Репманъ сообщилъ намъ два слѣд. факта:

1) На суконной фабрикѣ Четверикова въ Нащелковѣ (близъ Москвы) лѣтомъ 1855 года рабочіе вынесли изъ сушильни мѣшковъ шерсти вѣсомъ 6—7 пудовъ. На пути изъ мѣшковъ повалилъ дымъ. Оказалось, что шерсть окрашенная въ коричневый цвѣтъ краской, къ которой примѣшивался въ равной части танинъ, возгорѣлась сама собою, такъ какъ прежде шерсть огня не касалась. Должно замѣтить, что на кожевенномъ заводѣ Бахрушина нерѣдко происходили случаи самовозгаранія сложенной въ кучи дубовой коры, изобилующей, какъ извѣстно, таниномъ.

2) 2-го іюля 1892 г. на Пушкинской (близъ Москвы) суконной фабрикѣ въ запертой сушильнѣ, каменной, нагрѣваемой водою и снабженной хорошей вентиляціей, шерсть, разложенная на желѣзной проволоочной сѣткѣ, слоемъ вершковъ 6 толщиной, загорѣлась въ 9 часовъ вечера послѣ того, какъ въ 8 часовъ отопленіе было прекращено, помещеніе было осмотрѣно и заперто. Увидѣвъ густой дымъ, рабочіе прибѣжали; оказалось, что два пуда

¹⁾ *Närke*, l. c. pgg. 40, 75, 104.

шерсти истлѣли совершенно, а остальная масса была очень горяча.

Въ 1886 г. на московской фабрикѣ братьевъ Михѣевыхъ произошелъ пожаръ, подавшій поводъ къ судебному разбирательству. Экспертомъ по этому дѣлу приглашенъ былъ инженеръ-технологъ Н. Я. Никитинскій, который, на основаніи предварительнаго слѣдствія и объясненій о состояніи фабрики до пожара, обратилъ вниманіе на слѣдующія данныя; 1) фабрика предъ пожаромъ *стояла двое съ небольшимъ сутокъ запертой*; ткацкое отдѣленіе, гдѣ начался пожаръ, не *вентилировалось*, такъ какъ печи въ это время не топились и форточки не открывались. 2) Въ ткацкомъ отдѣленіи находилась до пожара *промасленная шерсть*, въ видѣ пряжи и сукна, неочищеннаго валяніемъ отъ жира (неотдѣланное сукно—суровье). Пряжа состояла изъ проклеенной и непроклеенной основы, въ количествѣ около 148 пудовъ, и сухаго и мокраго утка около 128 пудовъ. Суровья на станкахъ и около станковъ на полу находилось около 60 кусковъ изъ выше-названнаго количества пряжи. 3) Основа была подвѣшена надъ станками къ потолку, а утокъ находился въ плетеныхъ корзинахъ и ящикахъ. 4) Шерсть предъ обработкой на машинахъ *промасливалась олеиномъ съ гусинымъ саломъ*. 5) Когда былъ замѣченъ пожаръ и вошли во второй этажъ, то ощущались *ѣдкій дымъ и гарь*, которые не дозволили проникнуть въ третій этажъ. 6) Шерстяная пряжа готовилась *съ примѣсью искусственной шерсти*, которой входило до 10%. 7) Температура ткацкаго отдѣленія была не ниже 0°. 8) *На этой же фабри-*

къ за годъ до пожара былъ случай самовозгаранія шерсти въ мѣшкѣ, но не окончился пожаромъ, такъ какъ дымъ и гарь замѣчены были во время ¹⁾).

На основаніи этихъ данныхъ и всего вышесказаннаго относительно самовозгаранія шерсти Г. Никитинскій пришелъ къ заключенію, что пожаръ на фабрикѣ братьевъ Михѣевыхъ могъ произойти отъ самовозгаранія шерсти; *утверждать*, что пожаръ произошелъ именно отъ этой причины, а не отъ какой либо другой, онъ, конечно, не могъ, но, на основаніи данныхъ, *счелъ себя въ правѣ сдѣлать предположеніе*, что пожаръ могъ быть обусловленъ этимъ.

Мы уже неоднократно указали на важность тщательнаго наблюденія со стороны фабрикантовъ, чтобы ежедневно замаслянные тряпки и очески шерсти были удаляемы изъ мастерской и помѣщаются въ коробахъ, въ помѣщеніяхъ, отдаленныхъ отъ фабрики; мы видѣли также, что часто пожары случаются во время перерыва работъ и указывали на требованія страховыхъ обществъ отъ хозяевъ шерстяныхъ фабрикъ. „Но не всѣми, къ сожалѣнію, эти требованія строго исполняются, говоритъ *Meunier*. Шерстопрядильни передаютъ фабрикамъ не только пряжу, но и промаслянные очески шерсти. Эти очески обыкновенно дѣлятся на двѣ части: одна, лучшая, смѣшивается съ хорошою шерстью, другая же, совершенно негодная, отбрасывается и:

¹⁾ Н. Я. Никитинскій въ заключеніи своемъ не ограничился лишь фактами, относящимися къ этому пожару, а подробно разсмотрѣлъ данныя, относящіяся къ процессу самовозгоранія тканей вообще.

удаляется изъ фабрики, но, весьма часто, не немедленно, а по истеченіи извѣстнаго времени и вслѣдствіе этого становится причиною пожаровъ. Необходимо, чтобы промаслено было лишь то количество шерсти, которое имѣетъ быть обработано, но не болѣе; въ противномъ случаѣ, промаслянная шерсть, наваленная кучами, легко можетъ возгорѣться. Этого, къ несчастію, не всѣ соблюдаютъ и промасливаютъ разомъ все то количество шерсти, которое имѣетъ поступить въ дѣло 4, 5, 6 дней послѣ. Въ такомъ случаѣ должно быть употребляемо лишь чистое деревянное масло, а помѣщенія, гдѣ сохраняется шерсть, должны быть каменные и хорошо вентилированы посредствомъ особыхъ плетенокъ изъ ивовыхъ прутьевъ, которыя, вставленные въ шерсть, играютъ роль вентиляціонныхъ трубъ и предупреждаютъ разгоряченіе шерсти. Мастерскія должны быть содержимы крайне опрятно и никоимъ образомъ шерстяныя нити, часто осѣдающія на стѣнахъ, лѣстницахъ, полахъ, окнахъ и на самыхъ снарядахъ не должны быть такъ оставлены“.

Въ Берлинѣ, гдѣ шерстяная мануфактура весьма развита (насчитываютъ оныхъ 130 и, кромѣ того, 100 суконныхъ фабрикъ), полицейское управленіе, во избѣжаніе случаевъ самовозгаранія промаслянныхъ шерстяныхъ оческовъ и тряпокъ, употребляемыхъ для чистки машинъ (*Wollabgänge und Maschinen-Ausputz*), 9 февраля 1875 г. издало слѣдующія постановленія: § 1) Хозяева фабрикъ, въ которыхъ при обработкѣ шерсти имѣются очески и тряпки для чистки, обязываются заботиться о ежедневномъ

удаленіи оныхъ изъ мастерскихъ. § 2) Храненіе промаслянныхъ тряпокъ внутри зданій дозволяется лишь въ совершенно безопасныхъ для огня сосудахъ. Въ зданіи онѣ не должны быть оставляемы на воздухѣ, а положены въ ямы и тщательно тамъ прикрыты. § 3) Если тряпки предназначаются для иного употребленія, то ихъ надлежитъ промыть и тщательно освободить отъ масла и жира; но и въ такомъ видѣ онѣ не должны быть складываемы въ высокія кучи (не выше 3—4 дюймовъ). § 4) Если тряпки увозятся изъ фабрики, то не вмѣстѣ съ прочимъ товаромъ и притомъ съ вѣдома хозяина фабрики. Повозки, на которыя онѣ уложены, не должны быть поставлены близко къ сараямъ или къ легко-воспламеняющимся предметамъ. § 5) Шерстяные очески всякаго рода, промаслянные и непромаслянные, не должны быть складываемы въ кучи въ шерстопрядильняхъ, ни открытыми, ни въ мѣшкахъ, а должны быть убраны въ помѣщенія, безопасныя отъ огня. § 6) Нарушеніе этихъ правилъ наказуется штрафомъ въ 30 марокъ или же соотвѣтствующимъ тюремнымъ заключеніемъ.

Х. Шелкъ.

Съ цѣлью придать шелку болѣе вѣсу, его окрашиваютъ въ разные цвѣта въ особенности же черный, дѣлающій шелкъ гораздо тяжелѣе, но, вмѣстѣ съ тѣмъ, значительно увеличивающій способность его къ самовозгаранію. Это обстоятельство подробно было изслѣдовано химикомъ *Pérsot*. Онъ показалъ, что, благодаря черной окраскѣ шелка и

протравѣ, состоящей изъ *katechu*, чернильных орѣшекъ и сѣрнокислой и азотнокислой окиси желѣза, шелковое волокно разбухаетъ и воспринимаетъ 100, 200, даже 300% постороннихъ веществъ. Проба подобнаго шелка, вынутая изъ сушильнаго аппарата при температурѣ 115°C, возгорѣлась съ разбрасываніемъ искръ. Кромѣ того, примѣсь къ шелку и сушка дѣлаетъ его способнымъ поглощать значительное количество влаги, вслѣдствіе чего температура повышается. На основаніи своихъ опытовъ *Pérsos* объяснилъ причину двухъ пожаровъ, случившихся въ парижскихъ шелковыхъ магазинахъ съ свѣжеокрашеннымъ шелкомъ ¹⁾.

Изслѣдованія *Gillet—Pierron* относительно черной окраски шелка дали слѣдующіе результаты: 1) Волокно шелка весьма разбухаетъ и тѣмъ дѣлается способнымъ воспринимать постороннія вещества (краски и протравы), что очень ясно показываетъ намъ микроскопъ. 2) Увеличеніе объема шелка почти пропорціонально увеличенію его вѣса, вслѣдствіе чего удѣльный вѣсъ окрашеннаго (*тяжелалаго*) шелка весьма мало измѣняется. Опыты произведены были съ шелкомъ, содержащимъ лишь 150% примѣсей. Въ сушильномъ приборѣ при температурѣ 110°—115°C шелковое волокно, пролежавъ весьма долго, потеряло 22% влажности; при вынутіи изъ сушильнаго прибора одна проба загорѣлась тотчасъ же на поверхности своей и была вскорѣ залита водою; другая же, вынутая изъ сушильнаго аппарата и, повидимому, не показавшая никакого

¹⁾ *Comptes rendus*, 1868, Décembre.

измѣненія, также скоро потомъ загорѣлась съ разбрасываніемъ искръ.—Для объясненія явленія возгорѣнія тяжелаго шелка при вынутіи его изъ сушильнаго аппарата, а не внутри онаго, слѣдуетъ припомнить, что шелкъ, который и въ естественномъ своемъ состояніи довольно жадно поглощаетъ влагу, становится несравненно болѣе гигроскопичнымъ вслѣдствіе разбуханія волоконъ, и напitanія ихъ посторонними примѣсями, въ особенности пролежавъ нѣкоторое время въ сухомъ мѣстѣ, потерявъ тамъ влагу, и еще горячимъ будучи вынутъ изъ сушильнаго прибора, шелкъ мгновенно и много поглощаетъ влаги изъ атмосферы и температура его столь же быстро возвышается. Такимъ образомъ, тутъ слѣдуетъ отличать два момента: сперва происходитъ быстрое повышеніе температуры вслѣдствіе мгновеннаго поглощенія влаги, а вслѣдъ за тѣмъ наступаетъ моментъ окисленія и сгоранія органическаго вещества шелка, благодаря желѣзнымъ солямъ, вѣроятно дѣйствующимъ какъ пирофоръ. Подобно какъ шерстяныя или бумажныя ткани, окрашенныя масляными красками и сложенные въ кучи, подвержены самовозгаранію, такъ и шелковыя ткани, въ особенности же окрашенныя черною краскою, а потому тяжелыя, также могутъ возгорѣться, если не будетъ принята должная осторожность и шелковая ткань *не будетъ поддерживаема нѣсколько влажною и будетъ сложена въ большой массѣ.*

По случаю пожара, случившагося въ Берлинѣ вслѣдствіе самовозгаранія *тяжелаго шелка*, составлена была комиссія изъ техниковъ и представи-

телей мѣстныхъ страховыхъ обществъ съ цѣлью изслѣдованія этого явленія. Вотъ заключеніе этой комиссіи, основанное на подробномъ изслѣдованіи самовозгаранія, усмотрѣннаго хозяиномъ фабрики, Шпиндлеромъ. Слѣдуетъ отличать шелкъ двоякаго рода: *тяжелый и не тяжелый* (erschwerte und unerschwerte Seide). Тяжелый есть шелкъ, обработанный солями свинцовыми и желѣзными или же экстрактомъ каштановымъ; при выдѣлкѣ же не тяжелаго шелка эти вещества не употребляются. Шелковая бахрома и кисти выдѣлываются изъ одного только *тяжелаго* шелка; въ противномъ случаѣ онѣ были бы слишкомъ легки и не могли бы отвиснуть. До войны 1870 г. тяжелый шелкъ Германія получила изъ Франціи; послѣ войны этимъ стали заниматься и въ Германіи и для этого почти исключительно употребляли каштановый экстрактъ. На фабрикѣ Шпиндлера послѣ окраски шелкъ и сушки положенъ былъ на полъ пластомъ, толщиною отъ одного до двухъ футовъ. Произошло самовозгараніе шелка, уничтожившее весь товаръ. По опытамъ Шпиндлера зажженный, не тяжелый шелкъ горитъ подобно волосу; шелкъ же обработанный каштановымъ экстрактомъ загорается пламенемъ и трудно потухаетъ. Сдѣланъ былъ опытъ съ шелкомъ, обработаннымъ свинцовой протравой; этотъ шелкъ горѣлъ какъ трутъ. Затѣмъ три кипы подобнаго шелка заперты были въ ящикъ, въ стѣнкѣ котораго сдѣлано было одно отверстіе для вставки термометра. Спустя 12 часовъ температура повысилась на одинъ градусъ. Опытъ показалъ, что не тяжелый шелкъ самовозгаранію не подверженъ, въ

противоположность шелку, обработанному каштановымъ экстрактомъ. Члены комиссіи, согласно съ Шпиндлеромъ, высказали мнѣніе, что тяжелый шелкъ долженъ быть сложенъ не высокимъ пластомъ и слегка, дабы воздухъ могъ проникать внутрь; прессованія же такого шелка и укладки его большою массою слѣдуетъ избѣгать¹⁾.

Самовозгараніе окрашеннаго шелка и неоднократно случаи пожаровъ обратили на себя вниманіе русскаго и германскаго правительствъ. Русскія таможенныя начальства получили предписанія относительно осмотра ввозимаго изъ Германіи шелка, окрашеннаго анилиномъ въ черный цвѣтъ и въ особенности подверженнаго самовозгаранію; равнымъ образомъ Германское правительство совсѣмъ запретило ввозъ изъ Франціи и Бельгіи такъ называемой „*schargirter Seide*“, которая вслѣдствіе обильнаго содержанія масла, оказалась въ высшей степени подверженной самовозгаранію.

Уже давно замѣчено было, что уложенная въ тюки проклеенная тафта, равно и связки шелковыхъ чулокъ способны возгорѣться даже тамъ, гдѣ нельзя было приписать или небрежному обхожденію съ огнемъ или злему умыслу²⁾.

Въ 1867 г. окрашенный въ черный цвѣтъ тяжелый шелкъ, подвергнутый въ плетеной оловянной коробкѣ высушиванію внутри сушильнаго аппарата и оттуда вынутый, мгновенно загорѣлся на воздухѣ, такъ что оловянные нити коробки расто-

1) *Elsner*, l. c. pg. 206—207.

2) *Gehler's Phys. Wörterb.* Bd. X, pg. 250.

пились. Шелкъ оставилъ въ коробкѣ значительное количество желѣзной окиси. Въ „*Moniteur de la teinture*“ читаемъ описаніе самовозгаранія шелка, случившагося въ Парижѣ въ шелковомъ магазинѣ. Шелкъ окрашенъ былъ въ черный цвѣтъ и привезенъ былъ въ магазинъ скоро послѣ окраски. Огонь начался внутри тюковъ (какъ легко было убѣдиться при осмотрѣ тюковъ, не совершенно сгорѣвшихъ). Нѣсколько времени огонь тлѣлъ внутри ихъ, а затѣмъ показалось пламя снаружи. Пожаръ причинилъ убытокъ въ 25,000 франковъ.

Въ С.-Петербургѣ въ іюлѣ 1877 г. одной торговой фирмой получена была изъ Ліона партія шелка-сырца и шелка крученого на сумму 16,000 р. Товаръ, прибывъ въ Варшаву, уложенъ былъ въ тамошнемъ пакгаузѣ, отлично построенномъ во всѣхъ отношеніяхъ и снабженномъ всѣми противопожарными снарядами и вообще средствами, для безопаснаго храненія товара. Тѣмъ не менѣе, скоро послѣ пріема означенной партіи шелка, изъ нея показался огонь, къ счастью во время замѣченный и скоро потушенный. Осмотръ показалъ *несомнѣнно*, что пожаръ возникъ *внутри массы* и произошелъ именно вслѣдствіе самовозгаранія шелка. Пріемщикъ товара указалъ на то обстоятельство, *что уже десять разъ транспортъ того же самого чернаго шелка возгарается*. Остатки шелка препровождены были для изслѣдованія химикамъ, которые дали слѣд. заключеніе: „какъ извѣстно, ткани бумажныя, льняныя и шерстяныя, пропитанныя масломъ и сложенные въ кучи, подвержены самовозгаранію; такъ, между прочимъ, кавказкая бумаж-

ная ткань, сильно пропитанная масломъ, была причиною большого пожара въ Нижнемъ-Новгородѣ. Извѣстно также, что французскій шелкъ и шелковые товары, для увеличенія ихъ блеска, также сильно пропитываются масломъ, крученный шелкъ, а равно и шелкъ-сырецъ продаются, какъ извѣстно, на вѣсъ, а въ Ліонѣ съ нѣкотораго времени придумали такой способъ окрашиванія шелка въ черный цвѣтъ, который, значительно увеличивая его вѣсъ, дѣлаетъ его вмѣстѣ съ тѣмъ способнымъ къ самовозгаранію. Способъ этотъ, увеличивающій вѣсъ шелка на 300%, а слѣдовательно доставляющій фабрикантамъ четверной доходъ, состоитъ въ пропитываніи шелка растворомъ танина, а затѣмъ азотно-кислаго желѣза. Химическое изслѣдованіе лежащаго предъ нами шелка показало, что при означенной обработкѣ шелкъ подвергается сильному высыханію, а потому, содержа значительный избытокъ азотно-кислаго желѣза, получаетъ большій вѣсъ, но вмѣстѣ съ тѣмъ, легко возгорается“ 1).

Въ октябрѣ 1878 г. между грузомъ, везомымъ пароходомъ „*Mosel*“ изъ Саутгамптона, находились нѣсколько кипъ французскаго шелка, обработаннаго *Katechu* и сѣрнокислою окисью желѣза. Четыре дня послѣ отправленія судна, въ одной изъ камеръ его, гдѣ хранился этотъ шелкъ, произошелъ пожаръ, который лишь большими усиліями могъ быть потушенъ. Незадолго до этого и въ Нью-Йоркскомъ пакгаузѣ, гдѣ хранился *очень тяжелый* шелкъ, также произошелъ пожаръ. Изслѣдованіе

1) *Elsner*, l. c. pg. 209—214.

показало, что въ обоихъ этихъ случаяхъ причиною было — самовозгараніе ¹⁾).

F. Springmühl изслѣдовалъ причину нѣсколькихъ пожаровъ шелка, привезеннаго изъ Франціи и пропитаннаго пикринокислою окисью свинца, которая, служа красильнымъ веществомъ, въ то же время сильно увеличиваетъ вѣсъ товара. Этой окисью можно безъ протравы окрасить шелкъ въ оранжевый цвѣтъ, а затѣмъ, посредствомъ разныхъ веществъ, и въ голубой или же въ другіе цвѣта. Чѣмъ болѣе въ шелкѣ содержится пикриновой соли, тѣмъ онъ тяжелѣе и болѣе подверженъ самовозгаранію. Взрыва опасаться нечего, такъ какъ все-таки количество пикриновой соли, сравнительно съ массою шелка, незначительно. Но если такой шелкъ зажечь, то онъ быстро горитъ, оставляя много пепла. При опытахъ *Springmühl*'я случалось часто, что шелкъ, обработанный пикриново-кислымъ свинцомъ, воспламенялся, при ударѣ о камень, а затѣмъ не скоро потухалъ, а продолжалъ горѣть безъ пламени, но издавая трескъ. Распознать присутствіе въ шелкѣ этой соли легко: дѣйствуя растворомъ красно-кислаго калия, получится желтый осадокъ хромокислой окиси свинца; присутствіе же пикриновой кислоты легко обнаружить синеродистымъ калиемъ или же иными реактивами.

Недавно профессоръ *Ed. Ganausen* сообщилъ въ „*Dinglers'ъ Polyt. Journal*“ слѣдующій замѣчательный случай: „На одной фабрикѣ, изготовляющей шелковое трико, нѣсколько недѣль тому назадъ воз-

¹⁾ *Härke*, 1 с. pg. 76.

никъ пожаръ, причина котораго не могла быть установлена. Предполагали, что часть матеріала, положеннаго для сушки, упала на трубу топки и что такимъ образомъ произошелъ пожаръ. По прошествіи короткаго времени, на той же фабрикѣ снова возникъ пожаръ и на этотъ разъ—въ апретурномъ отдѣленіи. Помѣщеніе это не отоплялось и не освѣщалось; курить же на фабрикѣ было строго запрещено. Кромѣ того, опыты, произведенные съ выработаннымъ товаромъ, показали, что таковой горѣлъ лишь, пока находился въ прикосновеніи съ пламенемъ. Въ виду этого причина пожара была сначала для всѣхъ загадкой. Дальнѣйшее техническое разслѣдованіе привело однако къ разъясненію обоихъ пожаровъ.

Необходимая для производства пряжа пріобрѣтается готовою, наматывается и разрабатывается на вязальныхъ и ткацкихъ станкахъ; при этомъ пряжа не смазывается жиромъ. На вязальныхъ станкахъ производятся трубчатые куски, длиною въ 25 метровъ, и подвергаются обыкновенной окончательной отдѣлкѣ. Употребляемая шелковая пряжа состоитъ изъ сырца и шелковыхъ оческовъ. Вечеромъ, наканунѣ пожара, къ концу работъ, изготовили еще 10 кусковъ, по 25 метровъ, вынесли ихъ изъ сушильни и, такъ какъ было уже поздно, то ихъ не скатывали, какъ обыкновенно, а сложили въ кучу на столѣ скатывающей машины. На слѣдующій день мастеръ нашелъ помѣщеніе наполненное дымомъ и замѣтилъ, что сложенные въ кучу шелковыя матеріи горѣли. Осмотръ мѣста пожара показалъ, что верхніе куски только отчасти обго-

рѣли, и что верхняя часть скатывающей машины вовсе не была попорчена. Ближе къ полу отдѣльные куски можно было узнать только по краямъ, въ срединѣ-же все обуглилось. Огонь распространился сверху внизъ. Какъ извѣстно, непромытые куски, изготовленные изъ шелковыхъ оческовъ, до промыванія требуютъ особой осторожности въ обработкѣ. Шелкъ этотъ въ видѣ оческовъ до пряжи смазывается жиромъ. Если ткани, изготовленные изъ такой пряжи, сложить въ кучу въ сырѣмъ видѣ, то, благодаря тяжести (каждый кусокъ вѣситъ 8 килограммовъ), можетъ воспослѣдовать уплотненіе, и, слѣдствіемъ послѣдняго, химическое измѣненіе. При подобномъ химическомъ процессѣ освобождается теплота, благодаря которой происходитъ обугливаніе, безъ образованія пламени. У меня имѣются такіе обгорѣвшіе остатки, по коимъ можно узнать означенное обугливаніе ¹⁾.

ХІ. С ѣ н о.

Изъ растительныхъ веществъ, подверженныхъ самовозгаранію, ранѣе всѣхъ указывали на сѣно, какъ по громадному его употребленію, дававшему возможность часто наблюдать происходящіе въ стогахъ процессы обугливанія, такъ и вслѣдствіе весьма частыхъ случаевъ пожаровъ отъ этого происходящихъ. Множество наблюденій показало, что сырое сѣно, сложенное въ кучу, спустя нѣкоторое время начинаетъ *внутри* нагрѣваться. Увеличеніе

¹⁾ „Страховое Обозрѣніе“ № 5. Май 1894 г., стр. 343

температуры идетъ прогрессивно; внутри стога (начиная съ нѣкоторой высоты надъ землею) сѣно начинаетъ обугливаться, *перегараеть*, между тѣмъ какъ снаружи оно остается неизмѣннымъ, увеличенія температуры тамъ не замѣчается и на поверхности стога сѣно, по прежнему, сохраняетъ свой зеленый цвѣтъ, по высушиваніи переходящій въ желтый, и только особенный, пригорѣлый запахъ подъ конецъ указываетъ на происходящій внутри массы химическій процессъ, извѣстный подъ названіемъ *гумифицированія* (отъ слова *humus* — перегной, черноземъ). Когда же, вслѣдствіе ли вѣтра или разбрасыванія стога, до внутреннихъ, обугленныхъ частей сѣна достигаетъ свѣжій воздухъ, то вѣроятно происходитъ то же самое, что и при самовозгораніи угля: обуглившіяся частицы сѣна, весьма скважистыя, а потому представляющія, относительно говоря, огромную поверхность соприкосновенія воздуху, внезапно окисляются съ кислородомъ и загораются пламенемъ. Самовозгараніе это, какъ и при углѣ, можетъ появиться не въ одномъ мѣстѣ, а одновременно въ разныхъ пунктахъ разбрасываемаго стога, и по легкой воспламеняемости сѣна пламя внезапно обхватываетъ всю массу, можетъ сжечь вблизи находящіеся стоги, въ коихъ процессъ самовозгоранія вовсе не обнаружился. По всѣмъ вѣроятностямъ множество пожаровъ, случающихся въ сѣновалахъ и въ особенности въ деревняхъ, гдѣ ежегодно сгораеть столько сѣна, происходитъ отъ самовозгаранія его, и едва ли всѣ подобные пожары слѣдуетъ приписать лишь небрежному обхожденію съ огнемъ или

же злomu умыслу. Небрежна была укладка и у та-
тываніе плохо высушеннаго сѣна, и безпечность
была со стороны владѣльца, не обратившаго долж-
наго вниманія на пригорѣлый запахъ, издаваемый
сѣннымъ стогомъ, и не подоспѣвшаго тогда же раз-
брасывать его и тѣмъ охлаждать разгоряченные
внутренніе слои.

Если растительное вещество, древесина котораго
содержитъ углеродъ, водородъ и кислородъ, подвер-
гается дѣйствию влажности и воздуха, то начи-
нается медленное химическое разложеніе, *гумифи-*
цированіе: древесина сначала начинаетъ бурѣть,
потомъ чернѣть; часть углерода превращается въ
угольную кислоту, а другая часть, соединяясь съ
водородомъ, образуетъ углеводородныя соединенія;
послѣднія, благодаря рыхлости разлагающейся дре-
весины, поглощаются ею же и дѣлаютъ ее еще болѣе
способною къ возгоранію. Процессу гумифициро-
ванія подвержено не только сѣно, но и солома.
Чѣмъ влажности больше и чѣмъ температура выше,
тѣмъ гумифицированіе совершается быстрѣе и бы-
ваетъ совершеннѣе; древесина чернѣетъ и разрых-
ляется, какъ то мы видимъ въ соломѣ, покрыва-
ющей крыши и одновременно подверженной дѣйствию
влажности и воздуха, не говоря уже о дѣйствии
высокой температуры въ лѣтнее время.

Если гумифицированіе древесины вообще совер-
шается на открытомъ воздухѣ, то нагрѣваніе, про-
исходящее вслѣдствіе означенныхъ химическихъ
процессовъ, не замѣтно, ибо развившаяся теплота
немедленно теряется. Не то бываетъ съ сѣномъ,
которое весьма дурно проводитъ теплоту, а между

тѣмъ, благодаря своей рыхлости, въ высшей степени удобно проникается воздухомъ. Тутъ, съ одной стороны, развившаяся теплота остается внутри массы, не теряется наружу, а напротивъ, еще усиливаетъ химическое разложеніе, а съ другой стороны, углеводородныя соединенія также не улетучиваются, а поглощаются обуглившееюся массою. Такъ какъ обугливаніе совершается сначала при весьма низкой температурѣ, то обуглившіяся частицы тѣмъ болѣе способны поглощать вышеозначенные газы, а при свободномъ доступѣ воздуха жадно поглощаютъ кислородъ и, вслѣдствіе этого, могутъ воспламениться. Мы ниже увидимъ, что обугливаніе сѣна въ стогѣ совершается по направленію снизу вверхъ; начинаясь на нѣсколько сантиметровъ выше почвы, на которой стоитъ стогъ, оно оканчивается вверху, не доходя до вершины, которая остается нетронутою.

Касательно самовозгаранія сѣна, мы имѣемъ двѣ работы *Loennecker'a* и *Ranke*, основанныя на собственныхъ ихъ наблюденіяхъ и на произведенныхъ ими опытахъ.

Работа *Loennecker'a* появилась въ 1871 году ¹⁾ въ ней приводятся слѣд. три примѣра самовозгаранія сѣна по собственнымъ его наблюденіямъ.

1) Двадцать возовъ сѣна были сложены въ стогъ на лугу. Въ первое время (*in den ersten Wochen*) чувствовался ароматическій запахъ, который въ половинѣ октября превратился въ пригорѣлый;

¹⁾ „*Üeber Selbsterhitzung und Selbstentzündung des Heues*“
Landwirtschaftl Blatt für Oldenburg, 1871.

а 21 октября изъ стога показалось пламя, которое потушено было водою и наброшенной землей; но такъ какъ масса возгоралась неоднократно, то вынуждены были разбросать стогъ и горящее сѣно поливать водою. Когда изъ середины стога вынута была горсть обугленного, но не *горячаго сѣна* и положена на открытый воздухъ, то спустя нѣсколько минутъ она загорѣлась. То же самое случилось, когда на уже потухшее сѣно, гдѣ и искръ не было замѣтно, подули ртомъ. Наверху сѣно имѣло нѣсколько поблекшій зеленый цвѣтъ; на глубинѣ 30—40 сантим.—прекрасный желтый цвѣтъ; затѣмъ слѣдовалъ слой свѣтло бурога цвѣта, толщиною 25 сантим.; цвѣтъ сѣна по мѣрѣ углубленія все болѣе и болѣе темнѣлъ, пока на глубинѣ полутора метра не перешелъ въ черный, и масса представилась обугленною. Имѣла она въ діаметрѣ около 40 сантим. и суживалась по мѣрѣ приближенія къ вершинѣ стога. Крышка послѣдняго (*карре* — наваленное плохое сѣно, осока) обыкновенно унизано бываетъ Schimmelpilze. Самовозгараніе послѣдовало на 44 или 45 день послѣ укладки сѣна въ стогъ.

2) Сѣно (70—80 возовъ) сложено было въ стогъ, шириною 4, вышиною 5 и длиною 7 метровъ. По причинѣ непостоянной погоды сѣно не было хорошо высушено, вслѣдствіе чего чрезъ пять недѣль (въ концѣ августа) изъ стога показалась испарина и почувствовался пригорѣлый запахъ. Когда въ сѣно погруженъ былъ холодный шестъ, то по прошествіи часа онъ нагрѣлся до такой степени, что нельзя было притронуться къ нему рукою. Въ предупрежденіе самовозгаранія рѣшили въ стогѣ сдѣлать

выемку, шириною въ 1 метръ; но наставшая гроза помѣшала этому. Поднявшійся вѣтеръ сбросилъ крышку съ стога и десять минутъ спустя послѣдній наверху загорѣлся. Пожаръ потушенъ былъ набрасываніемъ сырой земли. На высотѣ двухъ метровъ отъ почвы усмотрѣно было обугливаніе массы, шириною въ 40 сант. *Loennесker* указываетъ на то, что вслѣдствіе сбрасыванія крышки, кислородъ воздуха получилъ свободный доступъ къ сѣну и что поэтому слѣдуетъ остерегаться сбрасывать крышку, съ цѣлью охладить, будто бы, горячее сѣно.

3) Третій случай самовозгаранія былъ такой же, какъ и предыдущій. Когда обуглившееся сѣно разбросали и около 30 возовъ онаго положили въ яму недалеко отъ кучи навоза, то обугленная масса загорѣлась. Обугливаніе сѣна въ стогѣ началось 40 сант. надъ почвою и достигло до 60 сант. ниже вершины стога.

По наблюденіямъ *Loennесker'*а, сѣно, плотно уложенное въ стогъ, очень скоро нагрѣвается, такъ что уже на третій день теплота легко ощущается рукою. „Нагрѣваніе сѣна, говоритъ онъ, есть результатъ процесса броженія вслѣдствіе содержимой сѣномъ влажности. Испареніе его распространяетъ ароматическій запахъ, подобно запаху свѣже-испеченнаго хлѣба; начиная же съ 7 по 14 день, запахъ становится сладковатымъ, медовымъ; при высокой температурѣ крахмалъ клѣточекъ дѣйствіемъ діастаза переходитъ въ декстринъ, и вслѣдствіе этого древесина становится нѣжнѣе, хрупче и гораздо болѣе питательною; такое сѣно охотно поѣдается и хорошо переваривается скотомъ. Сѣно въ боль-

шихъ, плотно уложенныхъ, стогахъ спустя 10 дней показало 40° С; неплотное же—лишь 32° . На 11 день плотно уложенное сѣно показало 45° , на 12-й—день $47\frac{1}{2}^{\circ}$, а на 13-й— 50° С; затѣмъ температура начала понижаться ежедневно на 2° — 3° . Сѣно имѣло хорошій цвѣтъ и запахъ. Если же испареніе и теплота не скоро разсѣваются, то наступаетъ большое окисленіе и внутри стога начинается обугливаніе, именно, когда температура достигаетъ 80° С. Сладковатый запахъ переходитъ въ пригорѣлый и въ такомъ случаѣ достаточно лишь слабого тока воздуха, чтобы наступило самовозгараніе. Поэтому, въ такомъ состояніи, стоги при вѣтряной погодѣ не должны быть раскрываемы“.

Изслѣдованіе *Ranke* въ Лабораторіи Мюнхенскаго университета, подъ наблюденіемъ и руководствомъ знаменитаго Либиха, произведено было по слѣд. случаю 1): На запросъ, въ 1872 г., Баварскаго Суда Мюнхенскому университету касательно возможности самовозгаранія сѣна, профессоръ *Vischer* далъ слѣдующій отзывъ: „самовозгораніе сѣна, хотя до сего времени не доказано несомнѣнно, но, съ научной точки зрѣнія, не невозможно. Въ сѣнѣ, собранномъ въ сыромъ видѣ и сложенномъ въ большую кучу, происходитъ родъ броженія, сопровождаемаго развитіемъ значительной теплоты. Можно допустить, что по испареніи значительной части содержащейся въ травѣ влажности, температура, вслѣдствіе продолжающагося поглощенія

1) *Liebig's Annalen*, Bd. 167, pg. 361.

кислорода и химическаго разложенія, можетъ высигаться до горѣнія. Разложеніе имѣетъ слѣдствіемъ обугливаніе сѣна, а эта обуглившаяся масса (подобно торфяному углю или же каменному углю, содержащему мельчайшія частицы сѣрнаго колчедана), вслѣдствіе значительности своей скважности и рыхлости, содержитъ вещества, жадно поглощающія кислородъ и весьма склонныя къ окисленію, а потому обладаетъ качествами пирофора. При легкомъ доступѣ воздуха, послѣдній обугленною массою сгущается до такой степени, что она раскаляется и сгораетъ“.

Таково было заключеніе проф. *Buchner*'а. Случайно *Ranke* имѣлъ случай въ томъ же 1872 году наглядно убѣдиться въ справедливости этого мнѣнія и затѣмъ сдѣлалъ опыты для большаго еще подтвержденія.

Въ находящемся близъ Мюнхена имѣніи *Banke* 19 октября 1872 года, въ массивно-построенномъ сѣновалѣ, гдѣ другъ возлѣ друга лежали двѣ кучи сѣна (точнѣе—подроста *Grummet*), вѣсомъ 450 и 300 центнеровъ (1350 и 900 пуд.), почувствовался пригорѣлый запахъ. Сѣно это сгребено было 5—10 августа при превосходной погодѣ и, повидимому, было хорошо высушено. Въ продолженіе всего сентября сѣно издавало обычный свой ароматическій запахъ, который однако 17—18 октября превратился въ пригорѣлый и на слѣдующій день сталъ до такой степени острымъ, что управляющій пришелъ къ заключенію, что внутри массы происходитъ горѣніе. Послѣ обильной поливки водою, начали осторожно обѣ кучи вынимать изъ сѣновала.

Большая, издававшая пригорѣлый запахъ, имѣла въ длину 23, въ ширину 16, а въ вышину 23 фута и съ южной и западной стороны упиралась въ каменную стѣну, толщиною въ два фута, между тѣмъ какъ восточная сторона примыкала къ рѣшеткѣ сѣновала, а сѣверная сторона—къ меньшей кучѣ.

На вершинѣ кучи испарина была столь обильная, что на каждой травкѣ висѣли капли воды; цвѣтъ сѣна былъ ярко-зеленый и *нельзя было усмотрѣть ни малѣйшаго повышенія температуры*. Когда же сверху сняли слой сѣна, толщиною въ 3 фута, и кучу вывезли изъ сѣновала, то внизу оказались сухіе и горячіе слои, а на глубинѣ 5 футовъ появились искры. Изъ сѣна, лежавшаго на телѣгѣ, подымался дымъ и вылетали искры. Начали все поливать водою и совсѣмъ побурѣвшее сѣно разложили на ближайшемъ лугу. При каждомъ поднятіи сѣна вилою появлялось пламя, и сѣно, наложенное уже на телѣгу, приходилось постоянно поливать водою, такъ какъ загоралось и сѣно и сама телѣга. Даже разложенное на лугу сѣно неоднократно воспламенялось и появляющееся пламя приходилось много разъ тушить. На слѣдующій день оказалось, что мѣсто, гдѣ разложено было сѣно, прогорѣло насквозь.

Меньшая куча сѣна, съ одной стороны примыкавшая къ большой, не пострадала. Съ цѣлью отдѣленія одной кучи отъ другой, сдѣлана была выемка, шириною въ $3\frac{1}{2}$ фута. При этомъ произошло столь обильное освобожденіе газа—вѣроятно окиси углерода, что ни одинъ работникъ не могъ выдержать болѣе одной или двухъ минутъ. Всѣ работники возвращались блѣдные, шатающіеся и, какъ бы

задыхаясь, жадно втягивали въ себя свѣжій воздухъ. Загорѣвшаяся масса сѣна имѣла сверху 11 футовъ въ діаметрѣ и простиралась до 1½ фута выше пола, имѣя тамъ въ діаметрѣ 4—5 футовъ¹⁾). Обугленное сѣно сохраняло малѣйшіе признаки растительности: можно было распознавать всякую травку, всякій цвѣтокъ. Обуглившаяся масса содержала еще большее количество эмфиревматическихъ веществъ, а также и воду; при нагрѣваніи въ маленькой колбѣ эти вещества ясно обнаруживались своимъ запахомъ, а водяные пары освобождались изъ массы. Когда же обугленная часть сѣна нагрѣта была въ колбѣ до температуры краснаго каленія, послѣ чего уголь собранъ былъ въ кучу и выставленъ на воздухъ совершенно охладѣвшимъ, то, спустя нѣсколько минутъ масса вновь нагрѣлась и внезапно накалилась, пока не обратилась въ пепель. Этотъ опытъ, повторяемъ, былъ неоднократно и всегда съ одинаковымъ успѣхомъ. Такой же результатъ получался, если обугленное сѣно нагрѣвалось въ масляной ваннѣ до 250° — 300° С. Если же опытъ производился съ тою же массою, изъ которой предварительно, посредствомъ медленнаго нагрѣванія, удалены были эмфиревматическія вещества, то самовозгаранія не замѣчалось, а отсюда можно было заключить что *при явленіи самовозгаранія сѣна эмфиревматическія вещества играютъ важную роль.*

Дальнѣйшіе опыты показали, что температура, при которой сѣно обугливается, находится между

1) Это противорѣчитъ вышеописаннымъ наблюденіямъ *Lossen*а, по коимъ діаметръ нижней части болѣе чѣмъ верхней.

280° и 320° С. Такая высокая температура развивается, стало быть, внутри массы сѣна. *Ranke* превратилъ зеленое сѣно въ уголь и изъ пробирной стеклянки насыпалъ этотъ уголь на столъ въ формѣ кучки. Маленькая кучка воспламенилась спустя нѣсколько минутъ, и это послужило доказательствомъ, что *обуленное сѣно обладаетъ свойствами пирофора, а потому подвержено самовозгаранію*. Весьма важно для этого процесса то обстоятельство, что *внутри большой кучи сѣна, теплота, развивающаяся вслѣдствіе химическаго его разложенія, не теряется, благодаря дурной теплопроводности сѣна*.

Нѣрке, указывая на то, что въ сѣверной Германіи и Голландіи признають самовозгараніе сѣна, полагаетъ, что это явленіе обусловливается возвышеніемъ температуры вслѣдствіе еще не прекратившейся дѣятельности растительной клѣточки. Затѣмъ приводятся четыре случая несомнѣннаго самовозгаранія сѣна, начинавшагося внутри массы и обуглившаго оную. Въ одномъ случаѣ самовозгараніе наблюдаемо было въ трехъ стогахъ плохо высушеннаго, но весьма плотно сложеннаго сѣна. Внутри массы вложенъ былъ желѣзный шестъ для ежедневнаго наблюденія нагрѣванія; но подъ конецъ шестъ нагрѣлся до такой степени, что невозможно было до него дотронуться. Когда же стали разбирать стогъ, то показались искры и, вслѣдъ за тѣмъ, пламя, уничтожившее все сѣно¹⁾.

Профессору Фердинанду Кону (*Cohn*) въ Бреславлѣ обязаны мы указаніемъ первоначальной причины

1) *Нѣрке*, l. c. pg. 81.

появленія въ сѣнѣ высокой температуры. Еще въ 1889 г. онъ напечаталъ статью о развитіи теплоты плѣсенью — особеннаго рода грибами¹⁾, а затѣмъ въ 1890 г. въ сентябрѣ «*Schlesische Gesellschaft für vaterländ. Kultur.*» онъ сдѣлалъ сообщеніе о новыхъ своихъ наблюденіяхъ касательно развитія теплоты *бациллами сѣна*.

Въ нарочно для этого придуманный имъ аппаратъ, позволяющій свободный притокъ газовъ, но удерживающій теплоту, проф. Конъ помѣстилъ три килограмма недавно-скошенной, сильно-прессованной травы. Температура, бывшая сначала 18° С., вслѣдствіе процесса дыханія травы въ теченіе 24 часовъ повысилась до 30°, а спустя восемь дней—до 54°. Мало-по-малу вся трава превратилась въ черную массу, похожую на навозъ, изъ которой сочилась темная жидкость, издававшая навозный запахъ. Уже начиная съ третьяго дня, можно было посредствомъ хлоро-водородной кислоты легко убѣдиться въ постоянно-увеличивающемся количествѣ амміака. На восьмой день нагреваніе достигло своего maximum'a, а затѣмъ началось охлажденіе массы, такъ что на двѣнадцатый день она опять показывала температуру воздуха.

Возвышеніе температуры, по наблюденіямъ Кона, обусловлено было *бациллами*, которыя, благодаря влажности, увеличивались въ страшномъ количествѣ между стебельками травы, въ видѣ микроскопически-тонкихъ палочекъ; встрѣчались и споры эллиптиче-

¹⁾ Cohn, Ueber die Wärmeerzeugung durch Schimmelpilze, 66. Jahresbericht der Schles. Gesell. für Vaterländ. Kultur.

ской формы. На шестой день опыта бациллы и споры оказались въ равномъ количествѣ, но на восьмой день, когда началось охлажденіе, оказались однѣ споры, кишашія въ каждой каплѣ темной жидкости милліардами. *Бациллы, производя образованіе амміака, обуславливали броженіе и энергическимъ своимъ дыханіемъ развивали теплоту; броженіе, вмѣстѣ съ освобожденіемъ теплоты закончилось образованіемъ споръ*¹⁾. То же самое явленіе Конъ наблюдалъ и при броженіи навоза, причемъ температура оказалась 71° С. Въ обоихъ случаяхъ теплопроизводящія бациллы оказались тождественными съ бациллами сѣна (*Heubacillen*), которыя получаютъ каждый разъ въ сѣнной настойкѣ. Основываясь на этомъ, процессъ появленія бациллъ Конъ объясняетъ слѣдующимъ образомъ: споры сѣнныхъ бациллъ находятся на травяныхъ стебелькахъ и чрезъ сѣно попадаютъ въ лошадиный навозъ, причемъ однако же при пищевареніи животныхъ способность споръ къ произрастанію не пропадаетъ. Онѣ развиваются въ навозѣ, а появившіяся изъ нихъ бациллы быстро размножаются, но чрезъ нѣсколько часовъ опять превращаются въ споры (*gehen aber nach wenigen Stunden wieder in Sporenbildung über*). Вмѣстѣ съ навозомъ, споры эти попадаютъ на поля и луга, а затѣмъ на траву и на сѣно.

Не можетъ болѣе подлежать сомнѣнію, что самовозгараніе мокрыхъ кучъ сѣна и навоза обуслов-

1) „Die Bacillen riefen mit der Ammoniak-Entwicklung die Gährung hervor und erzeugten die Wärme durch ihre energische Atmung; Gährung und Wärme-Entwicklung kamen aber mit der Sporenbildung zu Ende“. (*Härke*, pg. 91).

ливается дыханіемъ размножающихся сѣнныхъ ба-
циллъ. По мнѣнію Кона, угле-водородныя соединенія,
находящіяся въ травѣ и (мало измѣняясь въ своемъ
составѣ) служація главною составною частію ло-
шадинаго навоза, разлагаются бациллами (*wird durch
die Fermentthätigkeit der Bacillen gelöst*) и ими пла-
стически ассимилируются какъ матеріалъ для ды-
ханія. И въ свѣжихъ травяныхъ стебелькахъ ткани,
какъ целлюлозъ такъ и составныя его части разру-
шаются и ассимилируются бациллами. Правда, что
Конъ при опытахъ своихъ никогда не получалъ
температуры хоть приблизительно напоминающей
температуру самовозгаранія. Послѣднее, по его
мнѣнію, происходитъ отъ того, что вслѣдствіе бро-
женія клѣтчатая ткань травы превращается въ
скважистое вещество, богатое углеродомъ; вещество
это при разбрасываніи сѣнной кучи до такой сте-
пени жадно всасываетъ изъ воздуха кислородъ, что
можетъ наступить горѣніе сѣна, даже яркимъ пла-
менемъ. Этотъ взглядъ проф. Кона, какъ видимъ,
тождественъ съ мнѣніемъ, прежде высказаннымъ
профессоромъ Бухнеромъ. Конечно весьма много
помогаетъ самовозгаранію складываніе массы сѣна
въ большую кучу, вслѣдствіе чего, по причинѣ
дурной его теплопроводности, развивающаяся при
броженіи теплота не только не теряется, но, оста-
ваясь внутри массы, еще ускоряетъ химическое
разложеніе.—По мнѣнію професора *Märker*'а, появ-
ляющаяся въ стогѣ свѣжаго или плохо высушеннаго
сѣна въ короткое время весьма высокая темпера-
тура обусловлена тремя причинами: во-первыхъ,
тѣмъ, что растительная клѣточка продолжаетъ жить

и дыханіемъ своимъ причиняетъ повышеніе температуры; во-вторыхъ — прямымъ окисленіемъ уже разложившейся растительной ткани, вслѣдствіе чего освобождается огромное количество теплоты¹⁾).

Въ январѣ 1864 г. знаменитый химикъ *Berthelot* сообщилъ Парижской Академіи Наукъ свой взглядъ на причину самовозгаранія сѣна, которое онъ преимущественно приписываетъ чисто-химическому процессу — окисленію обугленной растительной ткани. Вотъ его слова:

„Нѣтъ такого агронома, который не имѣлъ бы случая наблюдать развитіе теплоты, повидимому произвольное, имѣющее мѣсто въ плохо-высушенномъ и сложенномъ въ кучу сѣнѣ. Явленіе это часто приписывали особеннаго рода броженію. Всякое броженіе непременно обусловливается эксотермической химической реакціей, для произведенія потребной энергіи, какъ то было доказано мною въ 1865 г., ферментъ же играетъ лишь вызывающую роль (*le ferment joue seulement le rôle d'agent provocateur*). Прежде, назадъ тому полъ-вѣка, самовозгараніе сѣна главнымъ образомъ приписывали окисленію. Въ дѣйствительности, судя по сдѣланнымъ мною наблюденіямъ, явленіе это состоитъ изъ нѣсколькихъ, совершенно различныхъ другъ отъ друга реакцій, которыя полезно разсматривать подробно. Трава, скошенная и тотчасъ сложенная въ кучу, разлагается при содѣйствіи содержимой воды, причемъ однакоже температура не повышается замѣтнымъ образомъ, и таковая трава, какъ извѣстно,

¹⁾ *Zeitzchr. für Versicherungswesen*, 18 и 25 Oktober, 1892.

становится негодною для корма скота. Если же, напротивъ, скошенная трава тотчасъ разбрасывается на большой поверхности, при свободномъ доступѣ воздуха, то растенія погибаютъ быстро, теряютъ влагу упорно содержащую ими при жизни, какъ вслѣдствіе механическаго своего строенія, такъ и вслѣдствіе химическаго и біологическаго состава своей ткани. Въ то же время, проявляются извѣстные процессы окисленія и освобожденія углекислоты, какъ то подробно изслѣдовано было г. Андрѣ и мною. Такимъ образомъ готовится обыкновенное сѣно, складываемое въ кучи или стоги.

Если же сѣно сложено въ стогъ прежде чѣмъ было хорошо высушено, то подвергается новымъ измѣненіямъ, отличнымъ отъ вышесказанныхъ, и сопровождаемымъ появленіемъ значительной теплоты, происходящей отъ собственно, такъ называемаго, броженія. Но послѣднее не можетъ повышать температуры до неопредѣленныхъ границъ; масса же достигаетъ иногда такой температуры, при которой жизнь микроорганизмовъ, играющихъ роль фермента, становится невозможною; на примѣръ—40° при спиртовомъ броженіи, 70° при *butyrique*, и т. д., выше этого предѣла всякое измѣненіе, приписываемое органическимъ ферментамъ, должно прекратиться. Тѣмъ не менѣе однакожъ, не всегда такъ бываетъ; напротивъ, часто случается, что нагрѣваніе, первоначально происшедшее вслѣдствіе дѣйствія ферментовъ, продолжаетъ увеличиваться, какъ то показываетъ погруженный въ массу термометръ. Въ то же время растительное вещество поглощаетъ изъ воздуха кислородъ.

Это окисленіе, процессъ чисто химическій (d'ordre purement chimique), еще болѣе ускоряется, благодаря освобожденной имъ же теплотѣ: послѣдняя въ свою очередь, еще лучше высушиваетъ сѣно и производитъ вещества, которыя такъ называемому *нагрѣтому сѣну* (foins échauffés) придаютъ эмпиревматическій вкусъ и запахъ. Случается даже, что масса въ какомъ нибудь мѣстѣ достигаетъ температуры, потребной для ея самовозгаранія, но весьма еще далекой отъ температуры краснаго каленія.

Итакъ, возвышеніе температуры, потребной для самовозгаранія, обусловливается чисто-химическимъ воздѣйствіемъ на вещества, уже предварительно измѣненные броженіемъ¹⁾.

Какъ *средство противъ самовозгаранія сѣна*, въ Голландіи употребляютъ поваренную соль, которою посыпаютъ сѣно; къ соли примѣшивается цикорный корень и желѣзный купоросъ, и на это въ Голландіи ежегодно потребляется два милліона килограммовъ соли. Послѣдняя притягиваетъ влажность, которая безъ того способствовала бы броженію; кромѣ того, соль предохраняетъ сѣно отъ нагрѣванія, происходящаго вслѣдствіе микроскопическихъ грибовъ. Въ Мекленбургѣ поваренная соль употребляется для той же цѣли²⁾. Для предупрежденія самовозгаранія совѣтуютъ также устроить циркуляцію воздуха внутри стога посредствомъ деревян-

1) „En résumé, l'élévation de température capable de provoquer l'inflammation, résulte de réactions purement chimiques qui portent sur des produits modifiés au début par les fermentations“. — (*La Nature*, 3 Fevr. 1894, pg. 155).

2) *Häpke*, l. c. pg. 82.

наго канала, спускающагося сверху вертикально и внизу развѣтвляющагося на горизонтальные каналы. Последнее средство не всегда однакоже помогаетъ: въ 1884 г. сложены были 850 куб. метровъ сѣна, чрезъ которое проникала вертикальная деревянная труба, діаметромъ въ 50 сантим. и оканчивавшаяся близъ земли горизонтальною вѣтвью для притока воздуха. Спустя полтора мѣсяца почувствовался пригорѣлый запахъ. Оказалось, что, начиная отъ горизонтальной трубки до середины, масса, а равно и само дерево канала обуглились, и когда эта обуглившаяся масса вынута была, то такъ быстро воспламенилась, что работники едва могли устоять. По срединѣ кучи, сѣно имѣло цвѣтъ бурый, переходящій въ черный; на верху же стога оно имѣло цвѣтъ зеленый и вовсе не измѣнилось ¹⁾).

ХІІ. м у к а.

Въ мемуарахъ Парижской Академіи Наукъ 1700 г. въ первый разъ появилась работа *Lemery*, въ которой излагались его опыты касательно самовозгаранія поджаренныхъ хлѣбныхъ зернъ, а также зеренъ другихъ растений. Опыты эти повторены были *Beaumé*, *Georgi* и другими учеными и состояли въ томъ, что муку, а также рисъ, кофе, отруби и древесные опилки поджаривали, а затѣмъ завертывали въ шерсть или полотно. Спустя нѣкоторое время вещества эти начинали нагрѣваться и подъ конецъ воспламенялись.

¹⁾ *Dingl. Polyt. J.*, Bd. 259, pg. 147.

Въ 1781 году въ одной деревнѣ, недалеко отъ Лейпцига, случился пожаръ въ сараѣ, гдѣ помѣщался больной скотъ. Аптекарь *Ried*, до котораго дошло извѣстіе объ этомъ пожарѣ и которому извѣстно было, что мѣстные крестьяне обвязываютъ заболѣвшую скотину ржаными отрубями, пожелалъ сдѣлать опытъ надъ самовозгараніемъ послѣднихъ, такъ какъ онъ уже и прежде составилъ пирогоръ изъ смѣси ржанныхъ отрубей и квасцовъ. Для этой цѣли онъ поджаривалъ эти отруби до тѣхъ поръ, пока цвѣтъ ихъ сталъ похожъ на цвѣтъ жареннаго смолотаго кофе, послѣ чего завернулъ ихъ въ полотно. Чрезъ нѣсколько минутъ изъ платка показался дымъ и ощущался пригорѣлый запахъ; полотно стало чернымъ какъ труть и оттуда посыпались горящіе отруби на землю ¹⁾.

Самовозгаранію подвержена и костяная пыль, какъ явствуетъ изъ слѣдующаго: Въ 1877 г. въ С.-Петербургѣ произошелъ пожаръ на костеожигательномъ заводѣ вслѣдствіе самовозгаранія мелкой костяной пыли, а въ 1878 г. произошло самовозгараніе костяной муки, которой нагруженъ былъ англійскій корабль; пожаръ случился близъ Grau-Bentos (въ Южной Америкѣ) и весь грузъ сдѣлался жертвою пламени. Подобное же случилось въ томъ же году въ виду Фальмута на суднѣ, шедшемъ изъ Австраліи и которое вынуждены были потопить со всѣмъ грузомъ ²⁾. Въ 1890 г. въ Пиллау рыбная мука, служившая для питанія свиней и содержа-

1) *Dingl. Polyt. Journ.* Bd. 134, pg. 64.

2) *Локмизъ*, 1. с. pg. 66; *Döring*, 1. с. pg. 4.

шая лишь 1% жира, нагрѣлась почти до точки горѣнія ¹⁾).

Въ 1890 г. близъ Торгау Эльба прорвалась чрезъ плотину и затопила сложенный въ гумнахъ хлѣбъ. Такъ какъ послѣ пониженія воды въ смоченномъ хлѣбѣ усмотрѣно было сильное повышеніе температуры и дѣйствительно промокшій хлѣбъ загорѣлся въ шести мѣстахъ, причинивъ страховому обществу убытокъ на 290,000 марокъ, то обратились къ директору сельско-хозяйственнаго института въ Галле, проф. *Märcker*'у съ вопросомъ: почему и при какихъ условіяхъ можетъ воспослѣдовать самовозгараніе подмоченнаго хлѣба?—Мэркеръ производилъ свои опыты съ хлѣбными зернами и сѣномъ при помощи желѣзнаго цилиндра, вышиною въ два метра и окруженнаго дурными проводниками теплоты; внизу находился кранъ, посредствомъ котораго можно было въ цилиндръ, по мѣрѣ надобности, впускать воду или воздухъ и опять ихъ удалять оттуда. 16,3 килогр. истолченнаго, но не смолотаго овса смочены были 32,6 килогр. воды, затѣмъ, простоявшую нѣсколько времени смѣсь помѣстили въ цилиндръ, внутри котораго термометръ показалъ 48°, 8 С. Масса, вынутая изъ цилиндра, спустя 8 дней дымилась, показывала гниlostное разложеніе, покрылась плѣсенью, а зерна овса начали прозябать; когда же цилиндръ наполненъ былъ 19½ килогр. луговаго сѣна, смоченнаго 30% воды, то уже спустя три дня темп. оказалась 51°, 9 С.

Рисъ, благодаря обильному содержанію крахмала,

¹⁾ *Härke*, l. c. pg. 95—96.

весьма склоненъ къ броженію. Смоченный рисъ превращается въ діастазъ, причемъ происходитъ сильное освобожденіе теплоты; зерна желтѣютъ, разбухаютъ и становятся негодными. Тоже происходитъ съ ячменемъ при приготовленіи солода ¹⁾).

Пожары и *взрывы* на мельницахъ случались неоднократно и приписываются воспламененію тончайшей мучной пыли, осѣвшей на стѣнахъ и на аппаратахъ мельницы. Что мелкая растительная пыль можетъ воспламениться крайне быстро—мы видимъ въ обыкновенномъ плауновомъ порошокѣ (*Semen Lycopodii*), употребляемомъ въ театрахъ для произведенія молніи. Слѣдовательно, если мучная пыль, осѣвшая на стѣнахъ мельницы, прикоснется огня (лампы или искры), то вся масса можетъ мгновенно *вспыхнуть*, но *тутъ нѣтъ явленія самовозгорания* въ собственномъ смыслѣ.

Для объясненія *взрыва* принимаютъ накопленіе газовъ, вслѣдствіе разложенія мучной пыли. Известно, что при гніеніи растительныхъ веществъ въ закрытомъ пространствѣ освобождаются углекислота и болотный газъ; послѣдній, смѣшанный съ воздухомъ, въ прикосновеніи съ огнемъ, причиняетъ сильный взрывъ. Гніеніе же муки можетъ обуславливаться отпотѣніемъ вентиляціонныхъ трубъ и стѣнокъ эжаустера, чрезъ который проходитъ мука. Осѣвшая влага превращаетъ муку въ клейстеръ, легко поддающійся химическому разложенію и образующій, такимъ образомъ, болотный газъ. Клейковина отрубей отъ сырости подвергается

¹⁾ *Härke*, l. c. pg. 93, 97.

броженію и продуктъ послѣдняго, при смѣшеніи съ воздухомъ, также даетъ взрывчатую смѣсь. Изъ наблюденій извѣстно, что смѣсь муки съ отрубями, будучи нагрѣта до 450° С, образуетъ газъ, который, въ смѣшеніи съ девятью объемами воздуха, отъ искры можетъ воспламениться и произвести взрывъ. При размолѣ отрубей жернова устанавливаются весьма близко другъ къ другу, слѣдовательно, при недостаткѣ матеріала или неправильномъ паденіи онаго на глазъ жернова, жернова трутся другъ объ друга, температура повышается, а отскакивающая искра зажигаетъ мучную пыль и послѣдняя тѣмъ быстрѣ вспыхиваетъ, что въ каналѣ позади экзаустера, служащаго для вывода наружу мучной пыли, тяга воздуха сильная, и вспыхнувшая масса встрѣчается съ токомъ свѣжаго воздуха. На одной мельницѣ произошелъ взрывъ вслѣдствіе прекращенія зерна въ одномъ поставѣ; жернова начали давать искры, мучная пыль въ экзаустерѣ воспламенилась, коробка его сломалась, пламя распространилось по всей мельницѣ и произошелъ взрывъ, разрушившій ее совершенно ¹⁾.

Вальцовая мельница въ Штетинѣ, вслѣдствіе размолотрубей, три раза подвергалась пожару. Въ первый разъ, непосредственно предъ началомъ пожара, послышался сильный взрывъ; во второй разъ, когда мельница была вновь перестроена, снова случился взрывъ, именно въ каналѣ позади экзаустера, уводящаго мучную пыль. Затѣмъ, когда каналъ этотъ проведенъ былъ вверхъ изъ подъ крыши,

¹⁾ *Пожарная книга*, стр. 267.

снова произошелъ пожаръ, уничтожившій всю мельницу.

Много есть примѣровъ воспламененія со взрывомъ мучной пыли отъ соприкосновенія съ огнемъ. Взрывъ, по нашему мнѣнiю, можетъ быть объясненъ не только присутствiемъ взрывчатыхъ газовъ, но и мгновеннымъ разряженiемъ и столь же мгновеннымъ, вслѣдъ за тѣмъ, сгущенiемъ воздуха, со всѣхъ сторонъ устремляющагося въ то мѣсто, гдѣ, вслѣдствiе воспламененія, произошло разрѣженiе воздуха. Вспомнимъ, что даже при вспышкѣ самаго незначительнаго количества *Semen Lycopodii*, посыпаемаго сверху на пламя свѣчи, происходитъ взрывъ хотя довольно слабый. Понятно, что чѣмъ масса накопившейся мучной пыли больше, тѣмъ взрывъ будетъ сильнѣе и сопровождаться бѣльшимъ поврежденiемъ, въ томъ мѣстѣ гдѣ произошелъ.

Такъ въ мѣстечкѣ Friedek, гдѣ въ одной комнатѣ стояло густое облако отъ мучной пыли, послѣдняя воспламенилась отъ внесенiя въ комнату свѣчи и тяжело ранила пять человекъ. На паровой мельницѣ въ Офенъ-Пештѣ, при смѣшенiи разныхъ сортовъ муки, произошелъ взрывъ въ тотъ моментъ, когда работникъ открылъ двери и повсюду носившаяся мучная пыль пришла въ соприкосновенiе съ огнемъ, находившимся въ другой комнатѣ; отъ взрыва выбиты были окна и разрушена крыша. Тутъ, очевидно, не имѣло мѣсто ни гнѣенiе муки, ни освобожденiе газовъ, а взрывъ произошелъ единственно отъ внезапнаго воспламененiя мучной пыли и сопровождающаго оное сильнаго разрѣженiя воздуха, куда устремился воздухъ со всѣхъ сторонъ.

Все это совершенно напоминает выстрѣлъ, происходящій отъ воспламененія пороха: мгновенно образовавшаяся масса газа, вслѣдствіе высокой температуры горѣнія, внезапно расширяется и столь же внезапно сгущается отъ взаимнаго столкновенія массъ воздуха, стремящихся занять разрѣженное пространство.

Сказанное нами вполне подтверждается изслѣдованіемъ *Rankine* и *Macadam*'а взрыва, случившагося на Глазгауской мельницѣ въ іюль 1871 г. Взрывъ произошелъ въ экзаустерѣ, отсюда распространился по всей мельницѣ, причемъ загорѣлись деревянныя части мельницы. Оказалось, что случайно прекратился притокъ зерна къ жерновамъ; послѣдніе нагрѣлись и начали издавать искры, зажегшія накопившуюся повсюду мучную пыль. Каналъ экзаустера разлетѣлся въ дребезги; изъ него поднялась горѣвшая мучная пыль и разлетѣлась по всему зданію, зажигая дерево; вся мельница была разрушена. Изслѣдованіе показало, что въ зданіи мельницы не было никакихъ постороннихъ веществъ, никто не ходилъ съ огнемъ; помѣщеніе пароваго котла стояло отдѣльно и не сообщалось съ помѣщеніемъ, гдѣ произошелъ взрывъ. Въ 1878 г. въ Германіи на одной мельницѣ также произошелъ взрывъ оттого, что мучная пыль коснулась лампы, на которой не надѣто было стекло ¹⁾).

Такимъ образомъ, мы видимъ, что взрывы и воспламененіе мучной пыли на мельницахъ *слѣдуетъ* исключительно приписать не самовозгаранію послѣдней,

¹⁾ *Elsner*, l. c. pgg. 83—85.

а прикосновенію съ огнемъ. Искра же можетъ произойти какъ отъ тренія жернововъ другъ о друга, такъ и отъ тренія ихъ цапфъ о подушки. Эльснеръ, допуская, что мука въ складахъ можетъ иногда нагрѣваться, однако же прямо отрицаетъ возможность ея самовозгаранія¹⁾.

Съ цѣлью полученія болѣе точныхъ свѣдѣній касательно самовозгаранія муки, мы обратились къ г. директору Елецкой гимназіи, П. Θ. Симсону, съ просьбою собрать нужныя намъ свѣдѣнія у елецкихъ хлѣботорговцевъ и въ особенности мукомоловъ. Г. Симсонъ весьма обязательно взялъ на себя этотъ трудъ и подробно разспрашивалъ какъ завѣдывающаго элеваторомъ, такъ и лицъ, ведущихъ обширную хлѣбную торговлю, а также владѣльцевъ главнѣйшихъ мельницъ. Всѣ эти лица съ полною готовностію сообщили г. Симсону все извѣстное имъ изъ долголѣтней практики собственной своей, а равно отцовъ ихъ. Единогласныя почти ихъ показанія сводятся къ слѣдующему:

1) Возгараніе мучной пыли и слѣдующій затѣмъ взрывъ могутъ произойти отъ прикосновенія мучной пыли или же горючихъ газовъ, освобожденныхъ мукою къ пламени свѣчи или лампы²⁾, особенно въ такъ называемомъ *обоечномъ отдѣленіи*, гдѣ зерно освобождается отъ оболочекъ; тяга воздуха способствуетъ такому возгаранію. Вслѣдствіе

1) „Selbst beim Lagern grosser Mehlvorräthe ist zwar Erwärmung, aber noch nie eine Selbstentzündung zuverlässig beobachtet“ (pg. 85).

2) Безъ соприкосновенія съ огнемъ возгаранія, по глубокому убѣжденію всѣхъ спрошенныхъ лицъ, быть не можетъ.

этого соблюдается осторожность—въ означенное отдѣленіе всегда ходять съ фонарями. Опреѣленныхъ случаевъ пожаровъ никто въ Ельцѣ сообщить не могъ, хотя въ возможности всѣ увѣрены. Вопросъ о пожарахъ на паровыхъ мельницахъ усложняется возможностью ихъ возникновенія вслѣдствіе разгоряченнаго подшипника. Отъ сильнаго вращенія металлическаго вала развивается по близости столь высокая температура, что брошенные по сосѣдству рабочими тряпки, употребляемыя для смазыванія, могутъ воспламениться *безъ огня* и произвести пожаръ (заявленіе А. Б. Петрова).

2) Относительно самовозгаранія *сухого* зерна и *сухой* муки въ складахъ, всѣ владѣльцы мельницъ и крупные хлѣбные торговцы единогласно заявили о невозможности этого явленія; подобнаго примѣра на ихъ памяти не бывало и о подобномъ никогда и нигдѣ не слыхали. Но зерно и мука въ *сыромъ видѣ* легко стараютъ, развивая значительный жаръ; но огня никогда не бываетъ, почему не можетъ быть и пожара: все ограничивается тѣмъ, что зерно и мука обращаются въ твердую массу. Кромѣ того за мукою и зерномъ постоянное имѣютъ наблюденіе. Но и при пожарахъ отъ неосторожности съ огнемъ зерно и мука трудно поддаются горѣнію, именно—обгораютъ только снаружи, хотя вся масса испорчена бываетъ гарью.

3) Совершенно другое дѣло — хлѣбные очистки (отруби и т. п.). Если они бываютъ сложены въ большомъ количествѣ и притомъ сырыми (по заявленію одного лица—даже сухія), то могутъ самовозгорѣться и этому обстоятельству приписываютъ

столь частыя сгаранія ригъ. При присутствіи въ зернѣ очистковъ, нѣкоторыя лица даже допускаютъ возможность самовозгаранія зерна, но единственною причиною будутъ именно очистки. Примѣсь лебеды тоже можетъ способствовать самовозгаранію зерна, въ особенности—въ большихъ массахъ.

Изъ всего вышесказаннаго вытекаютъ *мѣры къ предотвращенію взрывовъ на паровыхъ мельницахъ*:

1) Посыпка зерна на жернова должна происходить по возможности правильнѣе, въ противномъ случаѣ, за недостаткомъ матеріала, жернова станутъ тереться другъ о друга и могутъ произвести искру.

2) Тамъ, гдѣ дѣйствуетъ экзаустеръ и нѣсколько поставовъ находятся въ сообщеніи съ однимъ и тѣмъ же высасывающимъ каналомъ экзаустера, воспламененіе мучной пыли, происшедшее въ одномъ поставѣ, легко можетъ передаться остальнымъ. Поэтому при устройствѣ каналовъ и вентиляціонныхъ трубъ на это обстоятельство слѣдуетъ обращать особенное вниманіе.

3) Мучная пыль, высасываемая экзаустеромъ, проходя чрезъ *металлическіе* каналы, можетъ охлаждаться послѣдними; но, съ другой стороны, на металлѣ легко осаждается влага, которая муку можетъ сплотнить въ клейстеръ.

4) На вентиляцію слѣдуетъ обращать особенное вниманіе, какъ на средство, способствующее устраненію осажденія мучной пыли внутри помѣщенія. По возможности чаще слѣдуетъ обметать мучную пыль со стѣнъ и потолка, но въ особенности изъ угловъ и щелей, гдѣ она обыкновенно осѣдаетъ въ большомъ количествѣ.

5) Лампъ, даже свѣчей безъ проволочныхъ копаковъ не слѣдуетъ допускать вовсе. Въ мельничномъ помѣщеніи предохранительныя лампы имѣютъ такую же важность, какъ въ угольныхъ рудникахъ. Керосиновыхъ лампъ не слѣдуетъ употреблять вовсе, такъ какъ случайное пролитіе керосина или паденіе горячей лампы здѣсь весьма опасно, особенно въ очистительномъ отдѣленіи мельницы.

6) Само собою разумѣется, что куреніе должно быть строго воспрещено.

Намъ желательно было получить свѣдѣнія и отъ такой важной въ хлѣбномъ и мукомольномъ отношеніи мѣстности, какъ г. Ливны и его окрестности, а поэтому обратились къ директору Ливенскаго реального училища Г. Θ. Маркову, который любезно взялъ на себя трудъ подробно разспрашивать мѣстныхъ дѣятелей по хлѣбной торговлѣ. Всѣ сообщенія означенныхъ лицъ (болѣе десяти) согласны между собою въ томъ, что ни въ самомъ г. Ливнахъ, ни въ уѣздѣ самовозгаранія муки и хлѣбнаго зерна никогда не бывало, такъ какъ у мѣстныхъ мукомоловъ и хлѣботорговцевъ мука и хлѣбъ не залеживаются, а только проходятъ чрезъ ихъ руки и то же самое подтвердилъ предсѣдатель земской управы г. Лавровъ. Что же касается случаевъ *сиранія*, то-есть когда мука и зерно дѣлаются только горячими, то это явленіе происходитъ довольно часто тогда, когда мука или хлѣбъ подмокнуть, или же хлѣбъ сложенъ въ сырой закромѣ. Чаше всего это случается съ отрубями и мякиной; нагрѣваніе первыхъ бываетъ на столько сильно, что невозможно держать въ нихъ руки и отъ отру-

бей идетъ паръ. Г. Пупковъ заявилъ, что просяная лузга у него однажды сама загорѣлась; онъ же указалъ на два или три случая (точно не упомянуть) самовозгаранія хоботья, получаемаго послѣ молотбы, отчего даже сгорѣлъ сарай, гдѣ производилась молотба. Что касается случаевъ взрыва мучной пыли, то, по заявленію спрошенныхъ лицъ, подобные случаи возможны и бывають въ тѣхъ отдѣленіяхъ, гдѣ обыкновенно набивають муку въ мѣшки. Г. Кирѣевъ самъ былъ свидѣтелемъ такого случая, года три тому назадъ, въ Ливенскомъ уѣдѣ: когда въ означенное отдѣленіе внесли огонь, то мучная пыль, находящаяся въ воздухѣ, загорѣлась и произошелъ страшный взрывъ, а само отдѣленіе сгорѣло.

ХІІІ. Древесныя опилки. Табакъ.

Для самовозгаранія древесныхъ опилокъ потребно химическое разложенія древесины, а для этого необходимы три условія: 1) доступъ воздуха, 2) присутствіе влажности и 3) чтобы температура окружающаго пространства была выше нуля.

Означенныя три условія хотя имѣють мѣсто при всякомъ гніеніи дерева, но процессъ гніенія въ послѣднемъ случаѣ далеко не совершается съ такою быстротою, какъ бываетъ это при древесныхъ опилкахъ, потому что, во-первыхъ, точекъ прикосновенія древесной массы къ кислороду воздуха въ цѣльномъ кускѣ дерева несравненно меньше, чѣмъ когда дерево раздроблено на громадное число частей—опилки, изъ коихъ каждая представляетъ

воздуху огромную поверхность сравнительно съ своей массой. Между тѣмъ какъ кусокъ дерева, подвергшись гніенію въ одной своей части, покрывается тамъ именно слоемъ разложившейся древесины, препятствующей воздуху проникать далѣе, въ глубь, — древесныя опилки представляютъ вездѣ и повсюду свободный доступъ воздуха, а потому и гніеніе можетъ происходить съ бѣльшей быстротой. Далѣе, развившаяся вслѣдствіе гніенія поверхности куска дерева теплота теряется въ воздухѣ безслѣдно, между тѣмъ какъ теплота, развившаяся въ какой либо точкѣ внутри массы древесныхъ опилокъ, благодаря слою окружающаго ее воздуха и другихъ древесныхъ частицъ — крайне дурныхъ проводниковъ теплоты — не теряется, а остается внутри массы и накапливается все болѣе и болѣе, пока не достигнетъ температуры самовозгаранія. Сказанное вполне прилагается и къ древеснымъ стружкамъ: онѣ не только крайне тонки, представляя ничтожную массу сравнительно съ своей поверхностью, но, кромѣ того, древесина, дѣйствіемъ зубцовъ или рубанка, сдѣлалась крайне губчатой массой, содержащей въ скважинахъ множество воздуха. Процессъ самовозгаранія *сырыхъ* древесныхъ опилокъ можно, намъ кажется, приравливать къ уже указанному нами такому же процессу, въ сѣнѣ происходящему, именно: 1) начинается поглощеніе кислорода и окисленіе въ какомъ либо пунктѣ; 2) вслѣдствіе этого происходитъ повышеніе температуры; 3) послѣдняя обуславливаетъ обугливаніе окружающихъ опилокъ; 4) вслѣдствіе этого происходитъ освобожденіе болотнаго газа и этильнаго

водорода; 5) эти газы воспламеняются и зажигаютъ остальную массу.

Само собою понятно, что тамъ, гдѣ имѣется большое количество древесныхъ опилокъ или древесныхъ стружекъ, гдѣ онѣ свалены кучами и потому начавшееся внутри ихъ возвышеніе температуры еще болѣе защищено отъ охлажденія,—тамъ самовозгараніе должно случаться чаще. Это и случается въ лѣсопильняхъ, гдѣ громадныя кучи опилокъ сваливаются въ ямы и тамъ онѣ подвержены дѣйствію сырости, а также гніенію вслѣдствіе другихъ попадающихъ въ ямы нечистотъ.

Если же смачиваніе древесныхъ опилокъ водою достаточно для гніенія, а слѣд. и для возгаранія, то послѣднее явленіе еще болѣе возможно, если опилки приходятъ въ соприкосновеніе съ жирными веществами. Тутъ происходитъ то же самое, какъ и съ льномъ или паклею, покрытыми жиромъ или масломъ. Въ „*Bulletin technique*“ (1829, Juin, pg. 130) описанъ такой случай: фабрикантъ приказалъ чистить машину льнянымъ масломъ и древесными опилками. Побоявшись съ чисткою, работникъ бросилъ замасляныя опилки на полъ. Нѣсколько часовъ спустя, ночью, комната вдругъ освѣтилась отъ горѣвшихъ опилокъ. *Sommer*, желая убѣдиться въ самовозгараніи пропитанныхъ масломъ опилокъ, завернулъ ихъ въ шерстяное одѣяло и одѣяло побрызгалъ соломой. Нагрѣвъ на солнцѣ до 44° С, онъ положилъ все это въ котелъ и покрылъ сверху подушкою. Въ скоромъ времени изъ котла показалось пламя; когда же огонь потушили и остатокъ выбросили въ садъ на сухое мѣсто, то при темп.

24° С, на солнцѣ, снова загорѣлось ¹⁾. *Tatlock* упоминаетъ о самовозгараніи на одной фабрикѣ смѣси древесныхъ стружекъ съ растопленною смолою. Когда часть этой смѣси помѣстили подъ стеклянный колоколъ, то самовозгараніе наступило менѣе, чѣмъ чрезъ часъ; точное разслѣдованіе показало, что причиною этого явленія была чрезмѣрная влажность стружекъ ²⁾.

Замѣчательный случай приводитъ Эльснеръ: Въ городѣ *Marschall* (въ штатѣ Мичиганѣ), въ одномъ магазинѣ находились льняное масло, лакъ, скипидаръ, керосинъ и другія легко-воспламеняющіяся вещества. Подъ бочками, откуда эти масла пере-ливались, находились коробка съ древесными стружками, для уловленія капающаго масла. Разъ, рано утромъ, изъ замочной щели, а также изъ-подъ двери этой комнаты усмотрѣнъ былъ весьма густой, валившій оттуда дымъ. Когда раскрыли двери, то оказалось, что всѣ масла совершенно выгорѣли, а между тѣмъ пламени не было видно. Все помѣщеніе наполнено было густымъ дымомъ и сажею; всѣ деревянныя бочки и прочія деревянныя вещи найдены совершенно обугленными, хотя сохранившими прежнюю свою форму; отъ маселъ же не осталось ни малѣйшаго слѣда. Умышленнаго поджога нельзя было подозрѣвать, такъ какъ владѣлецъ магазина наканунѣ тщательно его заперъ, а цѣнность сгорѣвшаго матеріала превосходила вдвое сумму, на которую онъ былъ застрахованъ. Свѣчь

1) *Gehler's phys. Wört.*, Bl. 17, pg. 251.

2) *Zeitschr. f. angew. Chemie*, 1891, pg. 222.

ночью никогда не зажигалось и вообще всѣ мѣры предосторожности всегда были принимаемы; нельзя также думать, чтобы кто-либо могъ ночью прокрасться въ магазинъ, такъ какъ не было ни оконъ, ни другихъ отверстій въ стѣнѣ, а двери найдены были запертыми. Оставалось одно—объяснить пожаръ самовозгараніемъ и вотъ на какомъ основаніи: уже давно извѣстно было, что пропитанныя масломъ древесныя стружки способны къ самовозгаранію; въ данномъ же случаѣ дѣло шло о льняномъ маслѣ и о лакѣ, при смачиваніи которыми стружки въ высшей степени пріобрѣтаютъ вышесказанное свойство, предпочтительно предъ другими маслами. Какъ и почему произошло воспламененіе—объяснить было не трудно; труднѣе было понять—какимъ образомъ оно прекратилось. Но и это объяснилось тѣмъ именно, что огонь, благодаря отовсюду запертому пространству, а слѣдовательно недостатку свѣжаго воздуха, долженъ былъ самъ собою потухнуть. Во всякомъ случаѣ, скипидаръ и другія масла должны были горѣть весьма сильнымъ пламенемъ и скоро зажечь близлежащій горючій матеріалъ. Но именно вслѣдствіе этого комната наполнилась огромнымъ количествомъ газовъ, углекислоты и сажи, не имѣвшихъ никуда выхода, между тѣмъ какъ свѣжему воздуху притекать было не откуда. При такихъ условіяхъ огонь, конечно, долженъ былъ самъ погаснуть въ тотъ моментъ, когда весь кислородъ комнатнаго воздуха былъ потребленъ, чему доказательствомъ служить то обстоятельство, что деревянныя бочки и прочая деревянная утварь обуглились, сохранивъ свою

форму. Это опять доказываетъ, что легко-воспламеняющіяся вещества, какъ напр. масла и др., слѣдуетъ держать въ плотно-закрытыхъ помѣщеніяхъ, куда нѣтъ притока воздуха. Въ данномъ случаѣ, хотя произошелъ пожаръ, но онъ локализовался самъ собою и потухъ, не нанеся никакого вреда зданію“ ¹⁾.

Табакъ долженъ быть хорошо просушенъ, прежде чѣмъ листья будутъ упакованы; въ противномъ случаѣ они обугливаются и достоинство табака чрезъ это весьма понижается. По свидѣтельству торговцевъ въ Бременѣ, въ прежнее время табачные листы, прежде отправленія ихъ изъ Бразиліи, высушивались тщательно; когда же въ означенной странѣ проложены были желѣзныя дороги и нагрузка табака на суда начала производиться небрежно (иногда 18 кипъ накладываютъ другъ на друга), то табакъ сталъ подвергаться обугливанію, по причинѣ остающейся въ немъ сырости; послѣдняя обуславливаетъ броженіе, вслѣдствіе чего жаръ внутри кипъ бываетъ иногда такъ великъ, что въ нихъ можетъ свариться яйцо. Бразильскій табакъ темнаго цвѣта болѣе подверженъ обугливанію, чѣмъ листья табака свѣтло-коричневаго или желтаго цвѣта. Обугливаніе табачныхъ листьевъ не зависитъ отъ одной только влажности, но и отъ разныхъ причинъ, смотря по годамъ. Хотя причина этого не точно дознана, но не подлежитъ сомнѣнію, что и относительно броженія табака бактеріи играютъ

¹⁾ *Elsner*, l. c. pg. 226—228.

такую же роль, какъ и относительно сѣна, какъ явствуетъ изъ изслѣдованій *Suchsland'a* ¹⁾).

Самый процессъ броженія, а затѣмъ самовозгаранія сложенныхъ въ кучу табачныхъ киць совершается, вѣроятно, въ порядкѣ, указанномъ нами относительно сѣна. Въ 1876 г. въ Козмодемьянскѣ, послѣ перегрузки части табака изъ прибывшей баржи, послѣдняя ночью загорѣлась и сгорѣла вся, вмѣстѣ съ двумя спавшими на ней работниками. Такъ какъ никакой неосторожности съ огнемъ не обнаружено, то можно предполагать самовозгараніе табака, на томъ основаніи, что кули съ табакомъ, перегруженные изъ баржи, были горячіе ²⁾). Отъ этой же причины произошелъ пожаръ на англійскомъ суднѣ, везшемъ табакъ изъ Бразиліи въ Бременъ, равно и на нѣмецкомъ суднѣ. Два другія суда, шедшія изъ Бразиліи съ грузомъ табака, вслѣдствіе броженія послѣдняго, загорѣлись и должны были быть отведены въ гавань ³⁾).

XIV. Торфъ. Навозъ.

Если обратимся къ процессу образованія торфа и къ составнымъ частямъ его, то не трудно убѣдиться, что *самовозгараніе торфа едва-ли допустимо* съ теоретической точки зрѣнія, да и не находитъ себѣ подтвержденія и въ практикѣ. Дѣйствительно, торфъ есть нечто иное, какъ результатъ крайне медленнаго химическаго разложенія или гумифици-

1) *Berichte der deutschen Chem. Gesellschaft*, 1891, pg. 79.

2) *Лохтмилъ*, 1. с. стр. 62.

3) *Häpke*, 1. с. pgg. 97—99.

рованія мха и болотныхъ растеній, при непосредственномъ дѣйствіи воды и доступѣ атмосфернаго воздуха. Послѣдовательное наслоеніе другъ на друга образовавшихся каждый годъ слоевъ торфа производить, вслѣдствіе давленія, тѣ пласты его, которые нерѣдко залегаютъ на громадныхъ пространствахъ. Налеганіе пластовъ другъ на друга затрудняетъ доступъ воздуха къ нижнимъ слоямъ, а потому гумифицированіе оныхъ происходитъ не совершенное: внутри торфа постоянно попадаютъ обуглившіяся растенія, по которымъ легко убѣдиться, какія именно породы произрастали на этомъ мѣстѣ прежде, чѣмъ, подъ вліяніемъ воды и воздуха, произошло гумифицированіе. Но если послѣднее уже имѣло мѣсто, если древесина растеній претерпѣла сильное химическое разложеніе, отдавъ и образовавъ газы и удержавъ значительное количество углерода; если вода и воздухъ, съ коими во время своего разложенія растенія находились въ постоянномъ прикосновеніи, оказали на послѣднія полное свое дѣйствіе, измѣнивъ химическій ихъ составъ и преобразовавъ ихъ почти до неузнаваемости, то—какая вѣроятность, чтобы торфъ возгорѣлся снова, то есть, чтобы снова, безъ всякаго повода, начался въ немъ, сопровождаемый быстрымъ или медленнымъ горѣніемъ, химическій процессъ разложенія и горѣнія, когда онъ уже успѣлъ совершиться въ немъ очень давно, быть можетъ въ теченіе столѣтій?—Если къ тому же принять во вниманіе обильное количество влажности, заключающееся въ торфѣ, то придемъ къ заключенію, что даже въ сильныя лѣтніе жары, когда наружные слои торфа высыха-

ютъ, онъ можетъ загорѣться лишь отъ внешней причины, отъ той же самой причины, отъ которой погибаютъ у насъ лѣса, отъ которой (въ то время какъ пишемъ эти строки) горятъ лѣса на протяженіи нѣсколькихъ штатовъ Сѣверо-Американской республики, именно — отъ неосторожнаго обращенія съ огнемъ. По нашему мнѣнію, торфъ можетъ загорѣться, горѣть, но не самовозгараться. Въ этомъ отношеніи мы вполне согласны съ профессоромъ Флейшеромъ, отрицающимъ возможность самовозгаранія торфа, которымъ думали объяснить причину сгаранія двухъ вагоновъ, нагруженныхъ торфовой настилкой¹⁾. Другой пожаръ, случившійся въ 1889 г. на суднѣ, нагруженномъ этимъ же товаромъ, объяснялся тѣмъ, что мѣшки, въ которые онъ былъ уложенъ, пропитаны были льнянымъ масломъ. Хотя, по причинѣ огромнаго распространенія торфяного отопленія, торфъ въ складахъ лежитъ громадными кучами въ теченіе иногда довольно продолжительнаго времени, причемъ ничѣмъ не покрытыя кучи подвергаются всѣмъ атмосфернымъ осадкамъ, но намъ неизвѣстно ни одного случая самовозгаранія торфа въ подобныхъ складахъ.

Въ противоположность торфу, навозъ представляетъ собою вещество, въ высшей степени подверженное броженію, а вслѣдствіе этого и нагрѣванію, достигающему иногда до температуры самовозгаранія. Самъ по себѣ навозъ легко окисляется и перегни-

1) *Mitteilung. des Vereins zur Förderung der Moorkultur im deutschen Reiche*, IX, Jahrg., 15 oct. 1891.

ваетъ; будучи же смѣшанъ съ соломою или сѣномъ (какъ обыкновенно это и бываетъ въ нашихъ конюшняхъ и стойлахъ), онъ дѣйствуетъ на растительную клѣтку какъ своей высокой температурой, такъ и начавшимся внутри его броженіемъ, а солома, въ свою очередь, начинаетъ обугливаться, гумифицироваться.

На одной фабрикѣ произошелъ сильный пожаръ отъ загорѣвшагося голубинаго гнѣзда, находившагося въ углу фабричнаго корпуса; огонь до него достигнуть не могъ; водою же гнѣздо было накапунѣ смочено. Тутъ очевидно произошло самовозгараніе гуано. Техники означенной фабрики хотѣли убѣдиться въ этомъ опытомъ: дѣйствительно оказалось, что смоченное водою гуано развиваетъ значительную теплоту. *Tatlock* рассказываетъ, что нѣсколько сотъ тоннъ рыбнаго гуано сложены были въ магазинѣ одной гавани. Спустя нѣсколько времени масса начала сильно нагрѣваться и когда ее разбросали, то показалось пламя, отъ котораго часть гуано сгорѣла.

Примѣры самовозгаранія навозныхъ кучъ нерѣдки и по всѣмъ вѣроятностямъ это явленіе не одинъ разъ нанесло раззореніе нашему сельскому люду. Въ 1876 г., 5-го іюня, въ Костромскомъ уѣздѣ, на дворѣ одной слободы, *отъ неизвѣстной причины*, днемъ, загорѣлся сухой навозъ и вслѣдъ затѣмъ соломенная крыша дома. Въ теченіе двухъ часовъ пожаръ истребилъ 28 крестьянскихъ домовъ, хозяйственныхъ построекъ и до 85 гуменныхъ стай¹⁾.

¹⁾ Г. Лохтинъ, цитирующій этотъ примѣръ, замѣчаетъ, что ему приходилось не разъ слышать отъ очевидцевъ, что навозныя кучи загорались сами собой и горѣли иногда довольно упорно (стр. 38).

Мы сами въ 1839 г. были свидѣтелями слѣдующаго случая. Къ коровьему хлѣву, давно не чищенному, примыкала довольно глубокая яма, прежде служившая погребомъ и набиваемая льдомъ. По небрежности прислуги, дверь, отдѣлявшая хлѣвъ отъ ямы, отвалилась и въ послѣднюю, никому не нужную (хотя еще почти на треть набитую льдомъ), сваливался навозъ. Разъ, ночью, въ трескучій морозъ, въ хлѣвѣ показался огонь, обратившій на себя вниманіе сторожа. Сбѣжался народъ, сломали дверь хлѣва и увидѣли, что пламя исходитъ изъ ямы. Такъ какъ заливаніе огня водою и бросаніе снѣга оказались безсильными потушить огонь, угрожавшій деревянному хлѣву, крытому соломой, то вынуждены были призвать пожарныхъ. Послѣдніе долго работали, пока удалось имъ совладѣть съ горѣвшимъ навозомъ, который нѣскольکو разъ загорался. Холодъ, какъ мы уже сказали, былъ сильный; хлѣвъ былъ запертъ и никто туда съ огнемъ не входилъ; злаго умысла, очевидно, подозрѣвать было нельзя (иначе легче было бы поджечь соломенную крышу). А между тѣмъ, навозъ, смѣшанный съ соломой, горѣлъ яркимъ пламенемъ, не смотря на холодъ, не смотря и на то, что подъ нимъ, на глубинѣ полуаршина, виднѣлся ледъ, которымъ прежде набита была яма, что и подало поводъ къ веселому разсказу пожарныхъ о томъ, что „въ домѣ В. ледъ горитъ“!

XV. Самовозгараніе неорганическихъ веществъ.

Благодаря опыту *Мануса*, уже давно извѣстно, что многіе металлы, въ измельченномъ состояніи, приобрѣтають свойство поглощать кислородъ и окисляться, причемъ температура ихъ значительно повышается и подъ конецъ начинается самовозгараніе. Этимъ свойствомъ обладаютъ впрочемъ не одни металлы, какъ увидимъ изъ нижеслѣдующаго:

Известь негашенная имѣеть, какъ извѣстно, сильное сродство къ водѣ. Если воды въ достаточномъ количествѣ налить на негашенную известь, то послѣдняя, соединяясь химически съ водою, производитъ громадное количество теплоты, достаточное для обугливанія дерева и даже зажиганія пороха, причемъ осталшая часть воды достигаетъ точки кипѣнія и превращается въ паръ. Но если количество воды недостаточно, то известь накаливается до того, что можетъ причинить пожаръ. Такъ въ городѣ *Celle* (въ началѣ 60-хъ годовъ), въ товарномъ сараѣ желѣзной дороги, стояло нѣсколько бочекъ съ негашенной известью; сверху же, близъ крыши, на жердяхъ, положены были солома и сѣно. Случился проливной дождь, сарай былъ наводненъ, и вода проникла до извести. Послѣдняя разгорячилась и зажгла сарай. Подобное же случилось въ сараѣ одного крестьянина, гдѣ находилась бочка съ негашенною известью. Въ 1874 г. въ Нью-Йоркѣ отъ случайно-подмоченной извести произошелъ пожаръ, а въ Кенигсбергѣ, вслѣдствіе дождя, загорѣл-

ся возъ, нагруженный негашенной известью и оставленный на ночь подъ открытымъ небомъ ¹⁾. Въ 1876 г. въ С.-Петербургѣ, близъ станціи Балтійской желѣзной дороги, днемъ, загорѣлся деревянный одноэтажный сарай отъ подмокшей извести, хранившейся въ сараѣ вмѣстѣ съ другими строительными матеріалами, а въ слѣдующемъ году, на Пескахъ, произошелъ другой пожаръ, также отъ подмоченной извести ²⁾. Въ 1889 г. на суднѣ, нагруженномъ въ Килѣ углемъ и имѣвшемъ на борту 125 мѣшковъ съ негашенной известью, вода проникла до послѣдней, вслѣдствіе чего зажглась рогожа, а затѣмъ уголь. Пожаръ могъ быть потушенъ лишь послѣ того, какъ всю известь выбросили за бортъ ³⁾. *Wallsgott* въ *Saalfeld* приводитъ слѣдующій случай, имѣющій мѣсто на фабрикѣ, приготовлявшей хлорную известь: „обыкновенно известь погашалась на полу посредствомъ брызгавшей воды, послѣ чего помѣщалась въ чанахъ, слоемъ толщиною въ 30 сантиметровъ, и оставалась тамъ въ теченіе нѣсколькихъ дней для охлажденія. Разъ, рано утромъ, я былъ разбуженъ крикомъ: „пожаръ!“. Я нашелъ потушенную наканунѣ известь страшно горячею; полъ былъ обугленъ на протяженіи двухъ кв. метровъ и продырявленъ горячими угольями; половыя балки были обуглены на 5 сантим. толщины и еще горѣли“ ⁴⁾.

¹⁾ *Härke*, I. c. pg. 5; *Прессъ*, I. c., стр. 12.

²⁾ *Лохтинъ*, I. c., стр. 64, 66.

³⁾ *Härke*, I. c. pg. 21.

⁴⁾ *Elsner*, I. c. pg. 31.

Хлорнокислый кали, въ особенности смѣшанный съ сѣрою, также подверженъ самовозгаранію. *Fuss* упоминаетъ о слѣдующемъ опытѣ: смѣсь хлорнокислаго калия съ сѣрою, вѣсомъ 10—12 лотовъ, высыпана была вечеромъ въ открытую ступку, а на слѣдующее утро, въ 8 часовъ, пересыпана была въ стаканъ, который завязанъ былъ бумагою. Смѣсь возгорѣлась часа черезъ два. Этого нельзя было приписать лучамъ солнца, такъ какъ въ это время лабораторія прямо солнцемъ не освѣщалась. Фуссъ прибавляетъ, что смѣсь была немного влажна. Подобное же явленіе наблюдалъ и *Coffey*: смѣсь хлорнокислаго кали, азотнокислаго стронія и саж, вѣсомъ 1—2 фунта, воспламенилась сама собою, не бывши нагрѣтой¹⁾. Съ своей стороны и *T. Clarke* въ „Chemical News“ приводитъ нѣсколько случаевъ самовозгаранія этой же смѣси, въ томъ случаѣ, если ингредіенты предварительно были хорошо высушены, а сама смѣсь находилась въ нѣсколько влажномъ мѣстѣ. Самовозгараніе означенной смѣси (кого Кларкъ былъ два раза очевидцемъ) начинается освобожденіемъ газа оранжеваго цвѣта, послѣ чего смѣсь въ нѣсколькихъ пунктахъ становится жидкою, слышится шипѣніе, освобожденіе оранжеваго газа усиливается и немедленно слѣдуетъ самовозгараніе. Замѣчательно то обстоятельство, что примѣсь малаго количества сѣрнистой сюръмы препятствуетъ самовозгаранію, если опытъ производится при обыкновенной температурѣ; если же,

¹⁾ *Verhandl. des Vereins zur Beförd. des Gewerbfleisses in Preussen, 1833, pg. 271.*

послѣ того какъ масса стала жидкою, ее нагрѣть, то примѣсь и сѣрнистой сюръмы самовозгаранія останавливать не можетъ ¹⁾).

Хлорновислый калий безъ всякой опасности можно растереть въ чистой ступкѣ мѣдной или фарфоровой, въ особенности, если для этого употреблять деревянный пестикъ. Если же калий содержитъ пыль или какое нибудь органическое вещество, или хоть слѣды послѣдняго оставались въ ступкѣ, то можетъ воспослѣдовать взрывъ.

Всѣмъ извѣстно, какъ легко *фосфоръ* загорается на воздухѣ, а потому преимущество такъ называемыхъ шведскихъ спичекъ именно состоитъ въ томъ, что спички, головка которыхъ составлена изъ смѣси двухромовислаго кали и хлорноватокислаго кали съ сѣрнымъ колчеданомъ и перекисью марганца воспламеняется лишь треніемъ о собственную коробку, намазанную смѣсью аллотропическаго (аморфнаго) фосфора, сѣрнаго колчедана и клея. Но оказывается, что на фабрикахъ смѣсь, которою обмазываются головки спичекъ, можетъ подвергнуться взрыву, если температура выше 25° С. или же, если она попадетъ въ расплавленную сѣру. Въ Швеціи въ 1875 г., въ теченіе трехъ мѣсяцевъ сгорѣли четыре спичечныя фабрики и, между прочимъ, обширная фабрика „Вулканъ“, въ которой погибло болѣе сорока работницъ. Въ складахъ готовыхъ спичекъ иногда случается самовозгараніе послѣднихъ вслѣдствіе накопившихся въ складѣ газовъ; равнымъ образомъ спички въ открытыхъ коробкахъ или ящи-

¹⁾ *Elsner*, l. c. pg. 30.

кахъ могутъ возгорѣться, если будутъ находиться въ очень тепломъ помѣщеніи, или на нихъ упадетъ прямо солнечный свѣтъ ¹⁾).

Смѣсь желѣза, сѣры и мышьяка обыкновенно употребляется какъ средство, убивающее мухъ (*Fliegen-gift*). *Boullay* производилъ опытъ съ этой смѣсью; разъ раздробленная въ мелкій порошокъ масса, спустя 2—3 дня, сдѣлалась свѣтящейся; въ другой разъ масса въ 20 фунтовъ, упакованная для разсылки, ночью воспламенилась и зажгла магазинъ. Для предохраненія подобной смѣси отъ самовозгаранія надлежитъ избѣгать удара, а также доступа къ ней воздуха и влажности ²⁾).

Еще *H. Davy* замѣтилъ, что въ мѣдныхъ газовыхъ трубкахъ осаждается мелкій порошокъ, загорающійся на воздухѣ. Деви приписывалъ это гремучекислой окиси мѣди, которая образуется отъ амміака, содержащагося въ углѣ. Тоже самое явленіе самовозгаранія усмотрѣно было *Meunier* въ 1839 году въ Парижѣ въ газовыхъ мѣдныхъ трубкахъ, бывшихъ въ употребленіи два года ³⁾. Часто употребляемая для произведенія пурпурнаго огня окись мѣди весьма склонна къ самовозгаранію, все равно сохраняется ли она въ сухихъ или же сырыхъ помѣщеніяхъ. Поэтому для означенной цѣли лучше употреблять углекислую окись мѣди, не подверженную самовозгаранію. Вышесказанное объясняетъ

¹⁾ *Пожарная книга*, стр. 243—244.

²⁾ *Ueber die von selbst erfolgte Verbrennung des Scherbenkobulds (Fliegen-gift)*, von Boullay, *Dingl. Bd. XXVI. 1827, pg. 163.*

³⁾ *Dingl. Pol. J., Bd. 72, pg. 77.*

намъ одно, повидимому, загадочное явленіе—самовозгараніе восковыхъ свѣчъ, окрашенныхъ зеленымъ цвѣтомъ. Оказывается, что послѣ потуханія подобной свѣчи, послѣ того, какъ тлѣніе свѣтильни совершенно прекратилось, послѣдняя снова начинаетъ нагрѣваться, появляется искра и свѣча сама зажигается вновь. Окрашиваніе воска въ зеленый цвѣтъ производится посредствомъ уксуснокислой окиси мѣди, которая отъ пламени свѣчи возстановляется въ окись, а въ нѣкоторыхъ случаяхъ—даже въ закись мѣди. Такимъ образомъ близъ свѣтильни отлагается порошокъ, по вышесказанному весьма склонный къ самовозгаранію, и тѣмъ болѣе, что порошокъ окиси или закиси мѣди, въ крайне измельченномъ видѣ, жадно поглощаетъ кислородъ изъ воздуха, а потомъ происходитъ самовозгараніе. Отъ подобной причины въ Манчестерѣ произошелъ пожаръ въ комнатѣ, гдѣ оставлена была потушенная восковая свѣча зеленого цвѣта ¹⁾).

Такъ называемый *цинковый порошокъ* (или *цинковая пыль*, *Zinkstaub*), служащій для приготовленія красокъ есть смѣсь изъ 40⁰/₀ цинка, 2,5⁰/₀ свинца, 4⁰/₀ кадмія, 50⁰/₀ окиси цинка и 3,5⁰/₀ углекислаго цинка. Это сѣрый, чрезвычайно мелкій порошокъ, жадно притягивающій воду и окисляющійся на счетъ ея кислорода. Вслѣдствіе освобождающейся теплоты водородъ воды загараются и можетъ причинить пожаръ, что и случилось въ 1876 г. на пароходѣ „Lord Clyde“, на который нагружены были двадцать бочекъ цинковаго порошка съ надписью:

¹⁾ *Elsner*, l. c. pgg. 30; 253.

„красильное вещество; держать сухо, иначе нагрѣется“. На слѣдующее же утро усмотрѣнъ былъ дымъ, повалившій изъ одной изъ бочекъ. Разслѣдованіе показало, что при нагруженіи на судно, одна бочка была повреждена и часть находившагося въ ней цинковаго порошка смочена была дождемъ. При вскрытіи этой бочки, цинкъ найденъ былъ въ раскаленномъ состояніи ¹⁾).

Не только металлы, но и кислоты подвержены самовозгаранію. Послѣднее доказано относительно смѣси сѣрной кислоты съ азотной, а равно относительно одной азотной кислоты. Въ 1888 году изъ Гамбурга отправилось судно, везшее между прочимъ, селитру и нѣсколько бочекъ смѣси изъ 75% сѣрной кислоты съ 25% азотной. Тринадцать дней спустя, близъ Плимута, на кораблѣ показался огонь и вслѣдъ затѣмъ послѣдовали четыре сильныхъ взрыва, разрушившіе судно. Въ томъ же году произошелъ пожаръ на суднѣ, шедшемъ изъ Гамбурга въ Испанію, вслѣдствіе того, что посуда, наполненная сѣрною кислотою, разбилась. Огонь былъ настолько силенъ, что его нельзя было тушить, а потому вынуждены были потопить корабль. Въ „*Dinglers Polyt. Journal*“ приводится случай сгорѣнія сарая отъ лопнувшей бутылки съ азотной кислотой; бросились тушить; двое работниковъ задохлись отъ паровъ, а хозяинъ дома получилъ тяжкія поврежденія ²⁾). Желая убѣдиться, въ какой мѣрѣ справедливъ рассказъ о томъ, что толстый каучу-

1) *Pharmaceutische Centralhalle*, 1877, 24 Mai, pg. 174.

2) *Häpke*, l. c. pg. 101—102.

ковый баллонъ, прикрѣпленный къ концу стекляннаго сифона, загорѣлся вслѣдствіе переливанія азотной кислоты, *Wallsgott* взялъ цилиндръ съ азотной кислотой и посредствомъ стеклянной трубки соединилъ его съ каучуковымъ мѣшкомъ, стѣнки коего имѣли въ толщину 6 мил. При переливаніи кислоты показалось свѣтлое пламя, длиною въ десять сантим.; пламя скоро погасло, мѣшокъ же оказался прилипшимъ къ стеклянной трубкѣ и внутри обугленнымъ ¹⁾).

XVI. Бензинъ.

Въ послѣднее время употребленіе бензина стало распространяться все болѣе и болѣе и его примѣненіе расширяется съ каждымъ годомъ. Бензинъ употребляется не только на масло-экстракціонныхъ изъ сѣмянъ заводахъ, на заводахъ костеобжигательныхъ, для извлеченія жира изъ костей и т. д., но находитъ обширное примѣненіе и во многихъ другихъ отрасляхъ промышленности, въ особенности же въ заведеніяхъ, занимающихся химическою чисткою матерій (*chemische Wäschereien*) и др. Въ одной Германіи насчитываютъ теперь болѣе 600 такихъ заведеній, а въ одномъ Берлинѣ ихъ болѣе 60. Въ одномъ городѣ, Гамбургѣ, случились 21 пожаръ отъ бензина; изъ нихъ 15—вслѣдствіе неосторожности, причемъ погибли 2 работника, 7—получили тяжкіе, а 8 человѣкъ — легкіе обжоги. Бензинъ принадлежитъ къ числу наиболѣе легко воспламеняемыхъ веществъ, отличается сильною

¹⁾ *Elsner*, l. c. pgg. 31, 199.

летучестію, а пары его, смѣшиваясь съ воздухомъ, образуютъ гремучую смѣсь, которая при малѣйшей неосторожности воспламеняется и взрывается; но, кромѣ того, бензинъ обладаетъ особымъ свойствомъ самовозгаранія, которое даетъ большой процентъ несчастныхъ случаевъ въ заведеніяхъ химической чистки матерій.

О самовозгараніи бензина много было говорено и писано; нѣтъ недостатка и въ теоріяхъ, но лишь недавно, благодаря опытамъ и самоотверженнымъ, трудамъ *Рихтера*, нерѣдко подвергавшаго жизнь свою опасности, вопросъ о причинѣ самовозгаранія бензина можно считать окончательно рѣшеннымъ. Все, касающееся этого вопроса, заимствовано нами изъ сочиненія *Рихтера*, появившагося въ Берлинѣ въ 1893 году ¹⁾.

Будучи директоромъ завода фирмы *Karstadt* въ Гамбургѣ, *Рихтеръ* неоднократно имѣлъ случай присутствовать при самовозгараніи бензина на управляемомъ имъ заводѣ; въ другихъ однородныхъ заведеніяхъ подобное же явленіе также случалось и влекло за собою не только пожаръ и гибель фабрики, но и тяжкія пораненія и смерть служащихъ. Съ увеличеніемъ числа заведеній, гдѣ производится чистка матерій посредствомъ бензина, случаи самовозгаранія послѣдняго также увеличились и послѣдствія онаго оказались столь гибельными, что нѣкоторые хозяева, уstraшенные этимъ, рѣшились вовсе закрыть свои заводы и заниматься лучше

¹⁾ D-r M. M. Richter, *Die Benzinbrände in den chemischen Wäschereien*, Berlin, 1893.

другимъ, менѣе опаснымъ, дѣломъ. Такъ въ одномъ Гамбургѣ по этой причинѣ закрылись три такихъ завода. Что же касается страховыхъ отъ огня обществъ, то таковыя весьма часто или вовсе отказываются принять на себя страховку подобныхъ *химическихъ прачечныхъ* или же, вслѣдствіе часто тамъ происходящихъ несчастій, даже среди года отказываютъ въ дальнѣйшей страховкѣ.

Изъ многочисленныхъ, собранныхъ Рихтеромъ, фактовъ касательно самовозгаранія бензина выяснилось слѣдующее:

1) Чистка матерій посредствомъ бензина совершается въ слѣдующемъ порядкѣ: а) чистка матерій въ чанахъ; б) полосканіе оныхъ въ бензинѣ; в) выжиманіе бензина посредствомъ центробѣжной машины и д) сушка въ особыхъ камерахъ. Хотя при всѣхъ четырехъ манипуляціяхъ статистика показываетъ случаи самовозгаранія, *но наибольшее число приходится на полосканіе*. Такъ изъ 47 случаевъ самовозгаранія матерій, смоченныхъ бензиномъ, приходится: 2 случая—во время хода машины; 5—во время остановки оной; 36—въ полоскательныхъ чанахъ; 2—во время движенія центробѣжной машины; 1—во время ея остановки и 1 случай—въ сушильнѣ.

2) Всегда почти воспламенялась *шерсть*, въ рѣдкихъ случаяхъ—шелкъ; въ двухъ случаяхъ—кожа; но *не было ни одного случая* воспламененія чисто-бумажной матеріи.

3) Воспламененіе происходитъ въ самый тотъ моментъ, когда работникъ наклоняется къ полоскательному чану или же къ центробѣжной машинѣ,

чтобы вынуть матерію; внезапно оттуда является пламя, длиною иногда въ нѣсколько метровъ, мгновенно обхватываетъ какъ самого работника, такъ и столы, стулья и пр. близъ стоящую утварь, намоченную бензиномъ.

4) Самовозгараніе бензина происходитъ не только при температурѣ выше нуля, но и при холодѣ— 14° С. (какъ показалъ опытъ).

5) Чѣмъ суше воздухъ въ помѣщеніи прачечной, тѣмъ вѣроятность самовозгаранія бензина больше.

6) Чѣмъ больше пыли содержится въ воздухѣ, тѣмъ воспламененіе затруднительнѣе.

7) Наибольшее число случаевъ имѣетъ мѣсто въ тѣ мѣсяцы, когда, при низкой температурѣ, воздухъ содержитъ менѣе влажности и обратно—въ теплые и влажные мѣсяцы явленіе случается рѣдко.

Для объясненія самовоспламененія бензина придуманы были нѣсколько теорій, которыя однакоже не выдерживаютъ критики:

1) Старались объяснить воспламененіе бензина вслѣдствіе удара другъ о друга твердыхъ тѣлъ. Но возгараніе весьма часто происходитъ при мытьѣ кусковъ шерсти, весьма мягкой, гдѣ вовсе нѣтъ металлическихъ частей (пуговицъ, позументовъ и т. п.). Даже, если послѣднія имѣются, то работники, прополаскивая товаръ, обходятся съ нимъ крайне осмотрительно, дабы не повредить матеріи.

2) Объясненіе искры электричествомъ отъ прикосновенія (гальванизмомъ) также оказывается несостоятельнымъ: нужны два металла, да и тѣ производятъ (если одна пара) такое ничтожное напря-

женіе электричества, что для обнаруженія онаго потребенъ чувствительный гальваноскопъ.

3) Объяснить воспламенение какъ слѣдствіе химическаго разложенія тоже нельзя; послѣднее предполагаетъ болѣе или менѣе продолжительный періодъ времени, въ который, вслѣдствіе *химическаго разложенія*, имѣетъ мѣсто повышение температуры, доходящее до самовозгаранія. Ничего подобнаго при воспламененіи бензина не замѣчается: оно происходитъ мгновенно, химическое разложеніе бензина не имѣетъ мѣста, а еще менѣе возвышеніе температуры; мы видѣли уже что воспламенение бываетъ даже при температурѣ бензина $= 14^{\circ} \text{C}$.

4) Приписать означенное явленіе присутствію въ матеріи сѣры, осаждающейся на нее и проникающей внутри ея скважинъ въ то время, когда матерія въ особой камерѣ подвергается сѣрнистымъ парамъ, столь же неосновательно. Сдѣланъ былъ опытъ нарочнаго смѣшенія шерстяной матеріи съ сѣрнымъ порошкомъ прежде прополаскиванія оной въ бензинѣ. Оказалось, что электрическій потенциалъ былъ такой же при совершенно-чистой шерсти, какъ и послѣ смѣшенія оной съ сѣрой.

5) Думали объяснить присутствіемъ въ прополаскиваемыхъ матеріяхъ конскаго волоса (напр. въ дамскихъ турнюрахъ), основываясь на томъ, что волосы легко и сильно электризуются треніемъ. Но возгараніе бензина многократно случалось наблюдать и въ тѣхъ случаяхъ, когда въ промываемой матеріи не было и признаковъ волосъ.

Если, такимъ образомъ, причины самовозгаранія

бензина этими теоріями объяснить нельзя, то Рихтеру оставалось обращать все свое вниманіе на другія обстоятельства, сопровождающія означенное явленіе и немного труда стоило, чтобы убѣдиться, что тутъ мы несомнѣнно имѣемъ дѣло съ электрическимъ явленіемъ. Къ этому заключенію пришелъ Рихтеръ еще лѣтомъ 1888 г. и окончательно убѣдился въ этомъ въ 1893 г., благодаря собраннымъ имъ фактамъ и собственнымъ наблюденіямъ и опытамъ.

Если матерію, промываемую въ бензинѣ, двигать въ жидкости взадъ и впередъ, то при вынутіи матеріи изъ жидкости слышенъ какъ бы трескъ, напоминающій трескъ горящаго буковаго дерева. Звукъ слышится внутри самой жидкости, но гораздо сильнѣе при приближеніи руки къ матеріи. Если же вынуть матерію изъ бензиновой ванны не рукою, а деревянною вилкою и вообще дурнымъ проводникомъ электричества, то слышится только слабый трескъ въ металлической ваннѣ. Если вмѣсто металлическаго сосуда употребить глиняный и вынуть матерію изъ бензина рукою, то означеннаго слабого треска не слышно, но за то весьма усиливается трескъ при выниманіи матеріи рукою; если же опять руку замѣнить дурнымъ проводникомъ электричества, то звукъ вовсе прекращается.

Для того чтобы окончательно убѣдиться, что здѣсь дѣйствительно мы имѣемъ дѣло съ обыкновеннымъ электрическимъ разрядомъ, Рихтеръ употреблялъ обыкновенный электрометръ, листочки котораго немедленно и сильно расходились каждый разъ при приближеніи къ нему смоченной бензи-

номъ матеріи на разстояніи даже 30 сантиметровъ приче́мъ оказалось что шерсть наэлектризована *положительно*, а бензинъ — *отрицательно*; послѣдній отрицательный зарядъ свой сообщаетъ и металлическому сосуду. Если приблизить лице къ этой шерсти, то ощущается какъ бы вѣтеръ и волосы притягиваются къ шерсти. Малая струя бензина, которая упала бы на землю вслѣдствіе тяжести, притягивается шерстью, образуя параболу. Такимъ образомъ электрическій процессъ при промываніи шерсти въ бензинѣ стоитъ внѣ всякаго сомнѣнія и онъ, понятно, сопровождается всѣмъ извѣстными явленіями: въ темнотѣ, при приближеніи руки къ шерсти, виднѣется рядъ электрическихъ искръ, которыя направляются отъ шерсти къ рукѣ, а также къ наэлектризованнымъ отрицательно краямъ металлическаго сосуда. Сосуды, употребляемые въ заведеніяхъ для чистки матеріи, обыкновенно мѣдные или цинковые, впрочемъ электрическій процессъ имѣетъ мѣсто и въ томъ случаѣ, если сосудъ будетъ изъ стекла, фарфора, глины или дерева, такъ какъ *тутъ главную роль играютъ шерсть и бензинъ*. Искры имѣютъ форму то шарообразной молніи, то зигзага и въ послѣднемъ случаѣ бываютъ иногда длиною въ два дюйма. Понятно, что эти же искры воспламеняютъ носящіеся въ воздухѣ пары бензина, зажигаютъ платье, смоченное бензиномъ, а потому подобныя опыты крайне опасны. Дѣйствительно, Рихтеръ производилъ ихъ въ присутствіи двухъ ассистентовъ, которымъ было поручено тушить начавшійся пожаръ наложеніемъ на горящее платье одѣяль, подушекъ и пр. съ цѣлью прекра-

щенія доступа воздуха. Иногда, при приближеніи руки къ шерсти электрическій ударъ бываетъ до того силенъ, что съ трудомъ можно его выдержать; одинъ разъ Рихтеръ былъ повергнутъ на землю и долго не могъ двигать ногами.

По изслѣдованіямъ Рихтера оказывается, что мягкіе сорта шерстяныхъ матерій, какъ напр. кашемиръ, сильнѣе наэлектризуются въ бензинѣ, чѣмъ другіе сорта менѣе мягкіе. Тѣже шерстяныя матеріи, которыя уже подвергались чисткѣ или же дѣйствію горячихъ паровъ, утрачиваютъ электрическую способность, что Рихтеръ приписываетъ измѣненію физич. свойствъ ихъ поверхностей. Шерсть, высушенная при темп. 40° — 45° С также утрачиваетъ способность электризоваться. Не только шерсть, промытая бензиномъ, электризуется, но также и шелкъ, хлопокъ, джутъ, ленъ, кожа и древесныя опилки,—если только всѣ эти вещества совершенно сухи. Причину, почему бумажныя и шелковыя матеріи, вынутыя изъ бензиновой ванны, такъ рѣдко воспламеняются, Рихтеръ объясняетъ тѣмъ, что бумага и шелкъ весьма гигроскопичны и жадно притягиваютъ къ себѣ влажность воздуха.

Послѣднее указываетъ намъ, какую важную роль при вышеозначенныхъ явленіяхъ играетъ *влажность воздуха*, такъ какъ чѣмъ воздухъ влажнѣе, тѣмъ легче освободившееся электричество можетъ разсѣиваться. *Поэтому, чѣмъ суше воздухъ, тѣмъ воспламенение происходитъ легче*, а такъ какъ содержащіяся въ воздухѣ твердыя частицы въ видѣ пылинокъ, хорошо уводятъ электричество, то уменьшеніе или же отсутствіе оныхъ способствуетъ самовозгаранію

бензина. Вотъ причина почему даже во время дождя означенное явленіе можетъ имѣть мѣсто, не смотря на увеличившуюся влажность воздуха. Это потому, что дождевыя капли увлекли съ собою носившуюся въ воздухѣ пыль и очистили атмосферу; но при этомъ воздухъ комнаты, гдѣ производится опытъ, долженъ быть по возможности суше.

На вопросъ: на сколько сухъ долженъ быть воздухъ, чтобы шерсть воспринимала въ себя мало влаги и приобрѣла способность электризоваться?—отвѣчаютъ многочисленныя наблюденія Рихтера, давшія слѣд. результатъ: „Если точка росы не выше— 8° С, то означенное явленіе имѣетъ мѣсто“. Въ апрѣлѣ 1893 г. Рихтеру приходилось наблюдать точку росы далеко ниже— 8° С, и даже при— 20° С, (слѣд. воздухъ былъ весьма сухъ) и все означенныя дни оказались критическими для химическихъ прачечныхъ. Мы уже выше сказали, что чѣмъ выше температура воздуха и бензина, тѣмъ меньше становится электрическое напряженіе и прекращается совершенно при 22° — 25° С. Если такъ, то слѣдуетъ ожидать, что въ лѣтніе мѣсяцы, когда воздухъ имѣетъ высокую температуру и значительную влажность, случаевъ воспламененія бензина должно быть сравнительно весьма мало или почти вовсе не бываетъ, въ противоположность съ зимними мѣсяцами, имѣющими низкую температуру и малую влажность. Это дѣйствительно вполне подтверждается собранными Рихтеромъ статистическими данными: изъ числа 57 случаевъ самовозгаранія бензина (въ одной Германіи, съ 1877 по 1893 годы) относительно лишь 42 имѣются точныя данныя о времени

пожара; оказывается, что лишь 7 случаев относятся къ лѣтнему времени (съ мая по сентябрь), и 35—къ зимнему (съ октября по апрѣль).

Что касается до вліянія металловъ, то, какъ уже сказано прежде, присутствіе оныхъ отнюдь не есть условіе необходимое при возгараніи смоченной бензиномъ шерсти (оно имѣетъ мѣсто и при совершенномъ отсутствіи металла, напр.: пуговицъ, позументовъ и т. п.); но металлъ, какъ хорошій проводникъ электричества, играетъ роль *коллектора*, всасывая въ себя электричество шерсти и тѣмъ увеличивая электрическое напряженіе, въ чемъ легко убѣдиться, накладывая металлическую сѣтку на часть поверхности шерсти и касаясь рукою сѣтки; окажется, что все электричество части поверхности шерсти, покрытой сѣткою, уведено въ землю; если же рука находится на разстояніи 20—30 миллим. отъ металлической сѣтки, то является блестящая искра, зажигающая бензинъ. Такимъ образомъ человѣческое тѣло является какъ бы причиною воспламененія бензина, такъ какъ при приближеніи руки къ шерсти появляется электрическая искра. Дѣйствительно, при изслѣдованіи случаевъ воспламененія бензина оказалось, что 75% происходили въ самый тотъ моментъ, когда рука приближалась до чана, или же до центробѣжной машины. Это весьма легко объяснить разложеніемъ чрезъ вліяніе естественнаго электричества человеческого тѣла вслѣдствіе свободного положительнаго электричества шерсти; послѣднее, соединяясь съ отрицательнымъ электричествомъ руки, производитъ искру, воспламеняющую бензинъ. Препрежне

мнѣніе, высказанное Рихтеромъ, будто бы искра происходитъ отъ соединенія положительнаго электричества шерсти съ отрицательнымъ бензина, оказалось ошибочнымъ. Искра же весьма легко воспламеняетъ бензинъ, столь же легко какъ сѣрный эфиръ, между тѣмъ какъ спиртъ для воспламененія его посредствомъ электрической искры требуетъ предварительнаго нагрѣванія. Что же касается нефти, то и она, при промывкѣ въ ней шерсти, можетъ возгорѣться, хотя не столь легко, какъ бензинъ.

Рихтеръ не ограничился изслѣдованіемъ пожаровъ, происшедшихъ отъ воспламененія бензина, а захотѣлъ искусственно произвести это явленіе, хотя онъ не могъ не знать, что подобный опытъ крайне опасенъ. Первый такой опытъ былъ имъ произведенъ въ Гамбургѣ, на дворѣ фабрики Karstadt. Для этого сдѣлана была камера изъ жести, вмѣстимостію въ 4 куб. метра; ванною служило мѣдное ведро, вмѣщавшее 10 литровъ бензина, куда погружался кусокъ шерстяной матеріи въ 1,2 кв. метра. Опытъ произведенъ былъ 20 марта 1893 г. въ 6¹/₂ ч. вечера; температура воздуха была +6° С, бензина +5°; точка росы оказалась при 2° С; высота барометра = 768 мм., вѣтеръ W. Рихтеръ, вмѣстѣ съ двумя ассистентами (Laurisch и Hansen) вошли въ камеру, притворивъ за собою дверь. Laurisch чрезъ правильные интервалы времени вынималъ матерію изъ бензиновой ванны, между тѣмъ какъ самъ Рихтеръ въ согнутой позѣ, приближалъ къ матеріи пальцы руки. Сначала показывались слабые искры, которыя затѣмъ все болѣе и болѣе уси-

лились такъ, что освѣщали все пространство камеры. „Каждый изъ насъ, говоритъ Рихтеръ, испытывалъ радостное чувство, при видѣ этого явленія, но скоро чувство это замѣнилось ужасомъ: блеснула молнія, сопровождаемая выстрѣломъ и внезапно вся камера представляла собою море пламени, мы же уподобились тремъ отрокамъ въ пещи огненной. Къ счастію дверь, вслѣдствіе взрыва, отворилась настежь. Самъ я поверженъ былъ на землю и почти безсознательно ползая, инстинктивно искалъ выходъ руками. Ассистентъ Laurisch, на которомъ горѣло платье, старался скорѣе найти выходъ; что же касается Hansen'a, то ему удалось первому выскочить, но и онъ получилъ обжоги. Когда дверь камеры была заперта, огонь самъ собою потухъ и вся камера наполнилась густымъ облакомъ изъ водяныхъ паровъ и газовъ. Стѣнки были на столько горячи, что до нихъ нельзя было притронуться; шерстяная матерія сгорѣла на 30 сантиметровъ. Всѣ мы трое поплатились болѣе или менѣе сильными обжогами, въ особенности же Laurisch, страдавшій отъ нихъ двѣ недѣли“.

Наученный опытомъ, Рихтеръ сдѣлался болѣе осторожнымъ и затѣмъ ему удалось произвести еще 120 искусственныхъ воспламененій бензина. Опыты продолжались съ 20 марта по 9 мая 1893 г. въ разные дни, при различной температурѣ воздуха и бензина, влажности и направленія вѣтра. Оказалось, что при употребленіи чистой шерсти, воспламененія не бываетъ, если точка росы выше $+2^{\circ}\text{C}$; если же употребить металлическую сѣтку, то при точкѣ росы $+10^{\circ}\text{C}$ и даже при сильномъ дождѣ

воспламенение, хотя трудно, но всё же удается. Наивысшею температурою оказалась: воздуха 21°C , а бензина 20°C . Если бензинъ былъ охлажденъ до -14°C , то воспламенение его удавалось особенно легко.

Если пожары вслѣдствіе самовозгаранія бензина случаются часто и сопровождаются столькими потерями имущества и даже человѣческой жизни, такъ что нѣкоторые владѣльцы заведеній, въ которыхъ производство чистки матерій посредствомъ бензина даже предпочитаютъ совсѣмъ прекратить дѣло, то невольно приходится на умъ: нельзя ли *найти средство противъ воспламененія бензина* и притомъ такое, при которомъ бензинъ не потерялъ бы своихъ физико-химическихъ свойствъ и по прежнему могъ оказать важную услугу при разныхъ производствахъ?

По словамъ Рихтера ему дѣйствительно удалось найти такое средство, названное имъ *Antibenzinpyrin*. Вещество это, твердое и кристаллическое, растворимое въ бензинѣ въ какой угодно пропорціи и смѣшанное съ бензиномъ въ количествѣ $0,1\%$, дѣлаетъ его „анти-электрическимъ“, то есть — промывая въ такой смѣси шерстяная матерія не издаетъ болѣе искръ при приближеніи къ ней хорошаго проводника электричества (напр. металла, человѣческой руки), а равно и электроскопъ не показываетъ ни малѣйшаго слѣда электричества. Что это за вещество — Рихтеръ въ брошюрѣ своей не говоритъ, а позднѣйшія его о томъ заявленія намъ неизвѣстны.

Весьма недавно прочли мы объ очень простомъ

средствѣ, предлагаемомъ докторомъ *Герингомъ* какъ *Antibenzinpyrin*: Если прибавить въ бензинъ около 0,2% мыла, то онъ теряетъ свое свойство электро-возбудимости и возможность его самовозгаранія устраняется. При этомъ, по словамъ изобрѣтателя, достоинство бензина, какъ матеріала для чистки матерій, не только не понижается, но еще нѣсколько возвышается. Извѣстная фирма *Шпиндлера* въ Берлинѣ испытала это средство и въ настоящее время успѣшно примѣняетъ его въ своемъ громадномъ заведеніи, въ которомъ производится химическая чистка матерій¹⁾.

Хотя слѣдующій случай воспламененія бензиновыхъ паровъ, собственно говоря, и не относится къ самовозгаранію, но тѣмъ не менѣе мы не безполезнымъ считаемъ приводить его, съ цѣлью предостереженія лицъ, имѣющихъ дѣло съ бензиномъ: въ красильномъ заведеніи, содержимомъ въ Москвѣ г. Полубояровымъ, произошелъ взрывъ бензиновыхъ газовъ при слѣдующихъ обстоятельствахъ: братъ содержателя, вмѣстѣ съ рабочими занимался въ мастерской, помѣщающейся въ одноэтажномъ деревянномъ корпусѣ, выводкой пятенъ съ разныхъ матерій, для чего въ восьми-фунтовой посудинѣ налить былъ бензинъ. Рабочій вышелъ въ корридоръ, гдѣ почти какъ разъ противъ двери топилась унтермарковская печь, едва онъ растворилъ дверь, какъ въ комнатѣ раздался оглушительный взрывъ скопившихся въ ней бензиновыхъ газовъ. Взрывомъ

1) *Neueste Erfindungen und Erfahrungen*, XXI Jahrgang, 2te Heft, pg. 60.—*Страховое Обозрѣніе*, 1894, № 4, стр. 272.

оба отброшены были въ сторону; въ мастерской вышиблена часть наружной стѣны, четыре окна, перегородка и часть потолка; кромѣ того, воспламенившійся бензинъ причинилъ пожаръ, который вскорѣ былъ потушенъ. Полубояровъ получилъ ожоги лица и руки, убытка причинено болѣе чѣмъ на 1000 рублей ¹⁾).

¹⁾ Моск. Вѣдом. 29 янв. 1895, № 29.

Приложеніе.

Наша работа уже совершенно изготовлена была для печати, когда ознакомились мы съ замѣчательною, новѣйшею работою профессора *Cohn*'а надъ самонагрѣваніемъ хлопка. Результаты, полученные Кономъ, подтверждаютъ высказанный нами взглядъ на самовозгараніе чистаго (по видимому) хлопка ¹⁾.

Cohn началъ свои изслѣдованія по слѣдующему поводу. Отъ проф. Фридриха Мюллера онъ получилъ „неожиданное извѣстіе“, что въ Аугсбургѣ нѣсколько оранжерей „отаниваются бактеріями“. Каменные ящики четырехъ футовъ вышиною наполняются оческами хлопка и въ нихъ вставляются растенія въ горшкахъ. При наливаніи воды въ очески онѣ нагрѣваются тѣмъ сильнѣе, чѣмъ болѣе наливается воды. Такъ какъ уже и прежде *Cohn* и другіе ученые пришли къ заключенію, что возвышенные температуры (напр. сѣна) обуслови-

¹⁾ *Bericht der deutsch. Botan. Gesellschaft*, Bd XI, *Generalversammlungsheft*, 19 Dec. 1893, pg 66—69, Ferd. Cohn „*Ueber thermogene Bacterien*“; а также *Centralblatt für Bacteriologie und Parasitenkunde*, Bd. XV, № 12, 24 März 1894, pg. 424—425.

вается жизненною дѣятельностью бактерій, которыя по этому названы были теплопроизводящими или *термогенными* (thermogène Mikrophyten, Bacterien), то потому *Cohn* рѣшился изслѣдовать подробнѣе это явленіе и для этой цѣли построены особый аппаратъ, названный имъ *термофоромъ*. Это—большой жестяной ящикъ, плотно прикрываемый крышкою. Ящикъ со всѣхъ сторонъ продыравленъ отверстіями, а въ крышку вставленъ термометръ. Жестяной этотъ ящикъ вставляется въ корзинку; промежутокъ между ними наполняется 3—5 фунтами ваты, самый же жестяной ящикъ наполняется пятью фунтами хлопковыхъ оческовъ, а уже въ послѣдніе вставляются горшки съ растеніями.

Cohn первоначально наполнялъ жестяной ящикъ чистымъ, сортированнымъ хлопкомъ, затѣмъ употреблялъ хлопокъ промасленный, но въ обоихъ случаяхъ онъ никакого повышенія температуры отъ смачиванія водою не замѣтилъ. Первый результатъ подтверждалъ мнѣніе *Нэрке*, второй же, какъ уже извѣстно читателю, противорѣчилъ мнѣнію *Нэрке* и другихъ изслѣдователей касательно возможности самовозгаранія замаслянаго хлопка.

Такъ какъ въ Аугсбургскихъ оранжереяхъ повышение температуры происходило при поливаніи водою оческовъ хлопка, то потому вниманіе *Cohn*'а преимущественно должно было обращаться на эти очески. Оказалось, что кромѣ грязныхъ хлопчато-бумажныхъ волоконъ, въ оческахъ этихъ встрѣчаются постороннія тѣла: земля, камни, пыль и въ особенности остатки хлопковыхъ съмянныхъ коробочекъ, внутри которыхъ развиваются сѣмена хлопка. Всѣ эти

вещества, какъ оказалось послѣ, въ высшей степени способствуютъ развитію бактерій а усиленіе ихъ жизненной дѣятельности, въ свою очередь, обусловливаетъ увеличеніе температуры.

Когда *Cohn* наполнилъ свой термофоръ этими оческами и началъ ихъ поливать полуторнымъ (повѣсу) количествомъ воды, то сначала температура въ теченіе одного часа повысилась на $0,1^{\circ}\text{C}$, затѣмъ на $0^{\circ}, 2, 0^{\circ}, 3, 2^{\circ}, 3^{\circ}, 4^{\circ}$. Спустя 24—30 часовъ температура достигла уже 67°C , затѣмъ начала уменьшаться и чрезъ 6 дней была уже лишь 21° — 23° . Самые очески значительно измѣнились, приняли темно-коричневый, почти черный цвѣтъ, клѣтчатка превратилась въ вещество, весьма богатое углеродомъ. При этомъ почувствовался запахъ, напоминающій запахъ селедочнаго рассола, такой же, какой издають продукты броженія нѣкоторыхъ микроскопическихъ грибовъ и бактерій. Причина всего этого—Микрококи (*Micrococcus*), коихъ въ каждой каплѣ воды было неизмѣримое количество. Эти бактерии, по мнѣнію *Cohn*'а, суть единственная причина броженія, а, слѣдовательно, и возвышенія температуры хлопка, ибо если хлопковые очески стерилизовать посредствомъ струи перегрѣтаго пара (вслѣдствіе чего бактерии убиваются), то не произойдетъ ни броженія, ни нагрѣванія. При броженіи потребляется кислородъ, служащій для выдѣленія углекислоты; поэтому если предохранить термофоръ отъ притока свѣжаго воздуха, то повышение температуры приостанавливается, но при доступѣ воздуха снова возобновляется. Отсюда *Cohn* заключаетъ, что бактерии живутъ и дышатъ при

помощи воздуха и что замѣченное имъ явленіе обуславливается дыханіемъ бактерій (Athmung der aëroben Bacterien) и онѣ то причиняють и броженіе (Sie sind die Erreger der Gährung). Матеріаль же, ассимилируемый бактеріями при ростѣ своемъ и размноженіи и частію сожигаемый ихъ дыханіемъ, онѣ заимствуютъ отъ хлопка и примѣшенныхъ къ нему постороннихъ веществъ. Не можемъ здѣсь не замѣтить, что явленіе, подмѣченное Кономъ, уже давно извѣстно было нашимъ фабрикантамъ. Вотъ что намъ пишутъ изъ Шуи:

„На одной фабрикѣ были выброшены въ уголъ задняго двора отбросы хлопчатой бумаги (такъ называемый „орѣшекъ“). Куча загорѣлась отъ проникновенія въ нее воды и отъ прессованія вслѣдствіе значительной массы: Этотъ же „орѣшекъ“, выброшенный на берегъ рѣки за фабрикой даетъ пріютъ рабочимъ, которые могутъ спать, зарывшись въ него, въ ноябрскія и декабрскія ночи.—Стало быть, еще прежде чѣмъ въ Аугсбургѣ нагрѣвались хлопковыми отбросками оранжереи, на нашихъ фабрикахъ этимъ же способомъ грѣлись рабочіе!

Изслѣдованія Кона, повидимому, подтверждаютъ наше мнѣніе касательно возможности самовозгорания не только замасленного, но и такъ называемого чистаго хлопка. Какъ бы ни чистъ казался хлопокъ, онъ безъ сомнѣнія заключаетъ въ себѣ бактеріи, а равно и примѣси, способствующія ихъ размноженію и жизненной ихъ дѣятельности. Вспомнимъ, какъ небрежно, въ особенности въ Америкѣ, производится собираніе и упаковка хлопка. Въ него постоянно попадаютъ землистыя частицы и

пыль, попадают и сѣмянные коробочки и листья; послѣднія покрыты пылью, въ которой содержатся бактеріи. Зародыши производящихъ броженіе бактерій, говоритъ *Sohn* очевидно попадаютъ въ хлопокъ вмѣстѣ съ пылью, т. е. землею американскихъ полей, засѣянныхъ хлопкомъ; животныя эти принадлежатъ къ разнообразнымъ и столь важнымъ классамъ почвенныхъ бактерій ¹⁾. Правда, такъ называемый *чистый* хлопокъ, при обливаніи его водою, не показаль возвышенія температуры, но это доказываетъ лишь то, что въ взятыхъ Кономъ образцахъ хлопка было мало бактерій и мало постороннихъ примѣсей; въ такъ называемыхъ же *оческахъ* или *отброскахъ*, послѣднихъ веществъ, а вмѣстѣ съ ними и бактерій гораздо болѣе, а потому процессъ броженія проявляется быстрѣе и сильнѣе ²⁾.

Но какой машиной можно совершенно удалить нечистыя хлопковые волокна, а равно содержащуюся въ хлопкѣ пыль?—Понятно также, что чѣмъ холоднѣе и суше то мѣсто, гдѣ лежатъ хлопковые кипы, тѣмъ размноженіе бактерій болѣе затруднено; обратно—чѣмъ выше температура, чѣмъ количество влажности, могущей растворить потребныя для

1) „Die Keime jener Gährungerreger (*Zymophyten*) gelangen in die Baumwolle offenbar mit dem Staube, d. h. mit dem vom Winde fortgewehten feinsten Pulver des Erdbodens der amerikanischen Baumwollfelder; sie gehören also zu der so überaus mannigfaltigen und bedeutungsvollen Klasse der Bodenbacterien“.

2) „Die Bodenbacterien finden sich in den Abfällen gewissermaßen concentrirt, während sie in den Baumwollbällen selbst relativ zu spärlich vorkommen, um nachweisbare Wirkungen auszuüben“.

существованія бактерій элементы въ атмосферѣ, а равно чѣмъ хлопокъ доступнѣе притоку свѣжаго воздуха, тѣмъ развитіе высокой температуры возможнѣе. Правда, что опыты *Cohn*'а показали температуру 67° (maximum); но мы уже неоднократно имѣли случай указать, что лабораторный опытъ не всегда достаточенъ чтобы воспроизводить то, что происходитъ въ большемъ видѣ, при условіяхъ, коихъ экспериментаторъ или не знаетъ, или же упустилъ изъ виду.

Говоря о самовозгараніи хлопка, мы высказали сомнѣніе, чтобы это могло происходить отъ случай-но попавшаго въ кипу огня и долгое время тамъ тлѣвшаго. Мы видѣли, что возгараніе хлопка въ *одиннадцати* кипахъ одновременно подобнымъ образомъ объяснено быть не можетъ; видѣли также, какую громадную роль при самовозгараніи хлопка играетъ влажность (напр. при пожарѣ хлопка на станціи „Кубинка“). Всѣ означенныя явленія, весьма загадочныя и никоимъ образомъ не могущія быть объясняемы простою случайностію или небрежнымъ обхожденіемъ съ огнемъ, безъ труда объясняются дѣятельностію заключающихся внутри хлопка микроорганизмовъ. Насъ болѣе не удивить, почему кипы хлопка, находящіяся въ 11 вагонахъ, загораются послѣдовательно; это потому, что эта партія хлопка собрана была на поляхъ при одинаковыхъ условіяхъ, то есть — вездѣ подвергалась одинаковымъ условіямъ относительно попаданія въ массу хлопка постороннихъ примѣсей (пыли, сѣмянныхъ коробочекъ и т. п.); затѣмъ подвергалась (въ вагонахъ при перевозкѣ) одинаковымъ условіямъ темпера-

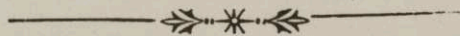
туры и влажности. Микроорганизмы въ равное время попавшія въ массу хлопка при уборкѣ онаго и распредѣленіи на кипы, будучи подвержены одинаковымъ условіямъ, должны были въ равное время произвести одинаковое дѣйствіе, причемъ пожаръ одного вагона и высокая температура пламени и дыма естественно ускорила броженіе въ другихъ кипахъ. Равнымъ образомъ легко объяснить, почему хлопокъ, долго пробывшій подъ водою, загорѣлся легче, чѣмъ хлопокъ сухой; не будемъ удивляться также и тому явленію, что по нѣкоторымъ наблюденіямъ, пожаръ хлопка несомнѣнно начался *внутри* кипы и огонь *отнюдь* не проникалъ извнѣ (см. пожаръ хлопка, отправленнаго изъ Кельна въ Боппардъ).

Все изложенное здѣсь подтверждаетъ и укрѣпляетъ высказанное нами положеніе, что „*все* пожары хлопка не могутъ быть объяснены случайными причинами, но что во многихъ случаяхъ причину пожара слѣдуетъ искать въ самовозгараніи хлопка“.

Вотъ что сообщаетъ намъ г. Перловъ, техникъ Ярцевской хлопчатобумажной мануфактуры (близъ Смоленска):

„Болѣе рѣдкіе случаи, которые однакоже мнѣ приходилось наблюдать, это—самовозгараніе подмоченныхъ хлопковыхъ клочковъ; но это наблюдалось только при возвышенной температурѣ и случилось при слѣдующихъ обстоятельствахъ: подмоченный хлопокъ, въ мелкихъ клочкахъ, надобно было просушить, для чего его положили въ теплое помѣщеніе—въ сортировочной, поближе къ паровой трубѣ; по трубѣ пропускался паръ, имѣвшій

температуру 140°C и вотъ въ ближайшемъ сосѣдствѣ съ этой трубой хлопокъ загорѣлся, но огонь былъ слабъ, ибо хлопокъ былъ еще сырой. Нужно замѣтить, что хотя внутри трубы температура была 140°C , но температура наружной поверхности трубы была значительно ниже, такъ какъ обмазана была теплоупорною мастикою. Вѣроятно здѣсь темп. была не выше $60^{\circ}\text{—}70^{\circ}\text{C}$; температура же воздуха, непосредственно около трубы находящагося, не могла быть болѣе 40° . — По мнѣнію г. Перлова самовозгараніе подмоченнаго хлопка должно быть приписано химическому процессу гніенія, который въ сыромъ хлопкѣ наступаетъ весьма быстро. Въ данномъ случаѣ температура была однако не настолькоъ высока, чтобы хлопокъ могъ вспыхнуть. Повышеніе температуры окружающаго воздуха, параллельно съ таковымъ же хлопка отъ химическихъ причинъ, можетъ несомнѣнно довести его до воспламененія, хотя очень трудно сказать, на сколько должна быть повышена эта окружающая температура и можетъ ли такое повышеніе произойти отъ пригрѣва солнца или же потребны болѣе сильные источники теплоты.



СОДЕРЖАНІЕ.

	<i>Стран.</i>
Введеніе	1
I. Самовозгараніе каменнаго угля	12
а) Самовозгараніе въ угольныхъ складахъ	14
б) „ угля въ судахъ	19
II. Причины самовозгаранія угля	23
1) Мнѣніе Либиха.	24
2) Изслѣдованіе Рихтерса	26
3) Опытъ Гедике	35
4) Мнѣніе Rowan'a	39
5) Мнѣнія Tatlok и Loible	46
6) Мнѣніе Льюиса	49
Объясненіе самовозгаранія	54
III. Взрывъ газовъ на судахъ.	64
IV. Средства для предотвращенія самовозгаранія угля и взрыва газа	69
V. Самовозгараніе древеснаго угля, угольнаго порошка и сажи.	80
VI. Самовозгараніе хлопка.	100
VII. „ маслѣ и жировъ	142
VIII. Ленъ, пеньва, джутъ, пробка.	154
IX. Шерсть.	160
X. Шелкъ	172

	<i>Стран.</i>
XI. Сѣно.	181
XII. Мука	198
XIII. Древесныя опилки. Табакъ.	209
XIV. Торфъ. Навозъ	215
XV. Самовозгараніе неорганическихъ веществъ	220
XVI. Бензинъ	227

Приложеніе	242
----------------------	-----



