

Карасев Михаил Алексеевич

**Термит и термитная сварка
рельсов**

**Москва
«Книга по Требованию»**

УДК 82-3
ББК 84-4
М69

М69 **Михаил Алексеевич К.**
Термит и термитная сварка рельсов / Карасев Михаил Алексеевич – М.:
Книга по Требованию, 2022. – 106 с.

ISBN 978-5-519-88304-7

ISBN 978-5-519-88304-7

© Издание на русском языке, оформление
«YOYO Media», 2022

© Издание на русском языке, оцифровка,
«Книга по Требованию», 2022

Эта книга является репринтом оригинала, который мы создали специально для Вас, используя запатентованные технологии производства репринтных книг и печати по требованию.

Сначала мы отсканировали каждую страницу оригинала этой редкой книги на профессиональном оборудовании. Затем с помощью специально разработанных программ мы произвели очистку изображения от пятен, клякс, перегибов и попытались отбелить и выровнять каждую страницу книги. К сожалению, некоторые страницы нельзя вернуть в изначальное состояние, и если их было трудно читать в оригинале, то даже при цифровой реставрации их невозможно улучшить.

Разумеется, автоматизированная программная обработка репринтных книг – не самое лучшее решение для восстановления текста в его первозданном виде, однако, наша цель – вернуть читателю точную копию книги, которой может быть несколько веков.

Поэтому мы предупреждаем о возможных погрешностях восстановленного репринтного издания. В издании могут отсутствовать одна или несколько страниц текста, могут встретиться невыводимые пятна и кляксы, надписи на полях или подчеркивания в тексте, нечитаемые фрагменты текста или загибы страниц. Покупать или не покупать подобные издания – решать Вам, мы же делаем все возможное, чтобы редкие и ценные книги, еще недавно утраченные и несправедливо забытые, вновь стали доступными для всех читателей.



Серия Книжный Ренессанс

www.samizday.ru/reprint

ская накладка не выдерживает никакой критики и должна быть совершенно выброшена из путейского обихода.

Здесь переходный, сваренный термитом, двухпрофильный стык незаменим, с ним не могут конкурировать никакие новой конструкции переходные накладки. Тем более этот сварной переходный стык имеет особо важное значение, так как он применяется почти исключительно при сопряжении нормального пути с его спецчастями, т. е. стрелками и крестовинами.

При нормальной плоской переходной накладке смятый конец стрелки преждевременно выводит из строя эту дорогостоящую спецчасть пути, увеличивая тем самым эксплуатационные расходы и понижая качественно пути в смысле безопасности движения.

Первые попытки сварки рельсов термитом были сделаны в начале XX столетия. Самые жесточайшие испытания выдержал термитный стык. Термит сдал экзамен блестяще.

Одновременно с термитом в деле сварки рельсового стыка конкурировали газ и электричество.

Победителем остался термит, дав несравнимо лучшие показатели как в качественном, количественном, так и ценностном отношении.

О технической целесообразности и рентабельности сваренного термитом стыка можно судить по темпу роста ежегодно свариваемых термитом стыков. С 440 стыков, сваренных в 1923 г., цифра эта в 1934 г. выросла до 81 000, т. е. увеличилась почти в 200 раз. Если же взять выпуск термита, то с 1,5 т в 1925 г. эта цифра возросла до 3 600 т.

Эти показатели относятся лишь к Союзу ССР, если же учесть цифры Европы и США, то этот рост будет еще более значительным.

Термит

Термит представляет собой механическую смесь окислов с восстановителями. Железо, хром, никель, титан и другие металлы в виде их окислов являются первой составной частью термита. Кремний, алюминий, магний и другие металлы-восстановители являются второй его составной частью.

Процесс горения термита — это процесс восстановления окисла соответствующим восстановителем.

Чтобы процесс горения (термитная реакция) протекал более быстро и мягко, необходимо, чтобы частицы окисла и восстановителя в термите были наивозможно плотно и равномерно расположены между собой. Для этой цели окислы и восстановители нужно размельчить — гранулировать — до такой степени, чтобы горение термита протекало в наиболее благоприятных условиях в смысле получения в кратчайший срок и с максимальной температурой восстанавливаемого металла. Поэтому как алюминию, так и окалине дают такую степень грануляции, чтобы зерна их проходили через металлическое сито № 8, т. е. сито, имеющее на линейном сантиметре 8 отверстий при толщине металлической нитки сита 0,22 мм.

Алюминий — серебристо-белый, блестящий металл с удельным весом 2,7; плавится при температуре 625—650° С. При накаливании в кислороде тонкие листочки или порошок алюминия сгорают ярким пламенем. Материалом для получения алюминия служат бокситы и креолиты. Боксит представляет смесь гидратов глинозема и окиси железа. В СССР имеются громаднейшие залежи бокситов, по качеству не уступающие французским.

Подвергая электролизу (в электрических печах) расплавленный с добавкой глинозема креолит, получают металлический алюминий.

Химический анализ алюминия, идущего на производство термита, в среднем таков (в процентах):

	I сорт	II сорт	III сорт
Al — алюминий . .	98—99	94—98	88,0—94,0
Si — кремний . . .	0,25—0,40	0,25—1,50	0,60— 2,0
Fe — железо . . .	0,40—1,40	1,25—1,80	1,80— 2,5
Cu — медь	0,01—0,04	1,80—3,00	1,90— 4,0

Алюминий в виде чушек стандартных размеров с Днепровского и Волховского алюминиевых заводов доставляется на термитные заводы.

Для изготовления термита чушковый алюминий превращается в мелкозернистый порошок, величиной зерна от $1\frac{1}{2}$ до 1 мм.

Другой составной частью термита является окалина. Железо при накаливании покрывается с поверхности тонкой пленкой. Толщина пленки колеблется от десятых долей миллиметра до 5—6 мм в зависимости от длительности пребывания раскаленного железа в печи или на воздухе. Пленка (корка) это есть продукт окисления железа воздухом или соединения кислорода воздуха с железом.

Лучшие сорта окалины получаются при прокатке железа или при производстве паровозных труб, т. е. с косой вальцовки (стан Манесмана), или редукционных станов. Хорошей окалиной считается также окалина, получающаяся при прокатке проволоки или кровельного железа.

В природе окалина Fe_3O_4 встречается в виде магнитного железняка (естественный магнит), имеющего синевато-серый цвет, встречающегося в большом количестве на Урале.

В термит окалина идет размельченной на вальцовках в порошок величиной зерна от $1\frac{1}{2}$ до 0,1 мм. Перед размолом окалина должна быть хорошо обожжена, чтобы удалить из нее всю влагу и масло.

Пыль из готовой уже окалины должна быть также удалена с помощью отсоса воздухом (воздушный сепаратор), но не на ситах, так как сита уносят из окалины вместе с пылью и мелкие зерна окалины, без которых термит теряет свое главное качество — понижает свою теплотворность.

Окалина по своему химическому составу очень различна:

содержание Fe (железо) колеблется	от 50 до 80%
» Si (кремний) »	» 1 » 23%
» O (кислород) »	» 18 » 28%
» Mn (марганец) »	» 0,1 » 8%

Чем меньше в окалине кремния (Si), тем сорт ее считается выше. Содержание в окалине кислорода (O) не должно быть ниже 25%.

Окалины содержащих серу (S), медь (Cu), марганец (Mn), кремний (Si), хром (Cr) и другие металлы следует избегать, так как они, попадая в термитный металл, ухудшают его качество как в смысле его механических свойств, так и в смысле степени приваривания термитного металла к рельсу.

Термит был открыт в 1897 г. ученым Гольдшмидтом. В процессе опытов с окалиной и алюминием он обнаружил, что при подогревании этой смеси до 1250° она загоралась ярким белым пламенем с выделением весьма высокой температуры в $5000-5500^{\circ}$.

При сгорании этой смеси он находил на дне тигля, под слоем шлака, круглый слиток мягкого железа. Впоследствии эта смесь была названа термитом.

Следовательно, при подогревании термита до $1200-1300^{\circ}$ мы наблюдаем взаимодействие его составных частей, т. е. алюминия (Al) и окислы (Fe_3O_4).

Окалина, отдавая кислород алюминию, превращается в чистое железо (Fe), алюминий же, соединяясь с кислородом окислы, образует окись алюминия (Al_2O_3), т. е. шлак.

Реакция идет примерно по следующей схеме: железо — кислород + алюминий = железо + алюминий — кислород, или по формуле:



или, подставляя в эту формулу вместо железа (Fe), кислорода (O), алюминия (Al) их молекулярные веса, т. е. для железа (Fe) — 56, кислорода (O) — 16 и алюминия (Al) — 27, имеем:

$$3(56 \times 3 + 16 \times 4) + 8 \times 27 = 9 \times 56 + 4(27 \times 2 + 16 \times 3),$$

т. е.

$$\frac{696 + 216}{912 \text{ г}} = \frac{504 + 408}{912 \text{ г}}. \quad (2)$$

Следовательно 696 г окиси-закиси железа (окалина) с 216 г порошкообразного алюминия дают 504 г железа и 408 г окиси алюминия (шлака), т. е. 912 г термита дают 504 г железа, или немного более половины веса взятого термита.

Из формул (1) и (2) мы видим, что чем меньше элементарного (активного) алюминия в алюминиевом порошке, тем меньше мы должны дать в термит и окислы, т. е. кислорода, и обратно, чем богаче окалина кислородом (O), тем более она требует алюминия для восстановления окиси-закиси железа в металлическое железо.

Из формул (1) и (2) мы видим, что в 912 г термита содержится 216 г алюминия, т. е. $\frac{216}{912} = 23,7\%$, и 696 г окислы (окись-закись железа), что составляет $\frac{696}{912} = 76,3\%$.

В теоретически чистой Fe_3O_4 (окись, закись железа) кислорода содержится:

$$\frac{16 \times 4}{56 \times 3 + 16 \times 4} \times 100 = 27,6\%.$$

Этот процент (27,6) содержания кислорода в окалине и относится к 23,7% алюминия. В действительности этот процент будет иной, так как чушкового алюминия с содержанием в нем 100% активного (элементарного) алюминия, на котором строился расчет в формулах (1) и (2), мы иметь не можем, так же как трудно подыскать окалину, в которой было бы точно 27,6% кислорода.

В виду того, что в действительности в производстве термита окалина и алюминий поступают с меньшим, чем это указано, содержанием кислорода и алюминия, то и 23,7% для алюминия и 76,3% для окалина будут иными, т. е. для алюминия меньшими и для окалина большими.

Из табл. 1 можно видеть, как от изменения процента содержания в алюминиевом порошке элементарного алюминия меняется процент содержания окалина в термите, и обратно (табл. 2), как при изменении процента содержания кислорода в окалине меняется процент содержания порошкообразного алюминия в термите.

Таблица 1

% содержания Al в алюминиевом порошке	% содержания O в окалине	% содержания алюминия в термите	% содержания окалина в термите
88	26	23,8	76,2
90	26	23,3	76,7
92	26	22,8	77,2
94	26	22,3	77,7
96	26	21,4	78,6

Таблица 2

% содержания Al в алюминиевом порошке	% содержания O в окалине	% содержания алюминия в термите	% содержания окалина в термите
94	24	20,9	79,1
94	25	21,6	78,4
94	26	22,3	77,7
94	27	23,0	77,0
94	28	23,6	76,4

Цифры табл. 1 и 2 говорят о том, что не зная процентного содержания чистого (элементарного) Al в алюминиевом порошке, а равно не зная процента содержания кислорода (O) в окалине Fe_3O_4 (окись-закись железа), нельзя сказать о процентном содержании составных частей термита.

В среднем алюминиевого порошка в термите, приготовленного из окалина с 26% кислорода, содержится алюминия 22,7% и окалина 77,3%.

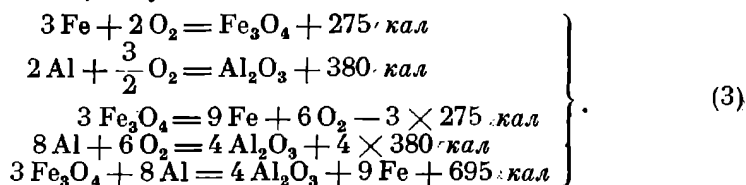
Как видно из табл. 1 и 2, процент содержания окалина в термите ниже теоретического, т. е. расчетного. Объясняется это тем, что некоторое недовосстановленное количество окиси-закиси железа (7—8%) в термитном металле дает лучшие результаты в смысле привариваемости его к рельсу.

Из теоретических основ химии известно, что для разрушения какого-либо химического соединения необходимо израсходовать столько же энергии (тепла), сколько ее было получено при образовании этого соединения. Сравнивая количества теплоты (в калориях), необходимые для восстановления 1 кг металла из его окисла

Висмут (Bi)	96	Медь (Cu)	593
Ртуть (Hg)	153	Цинк (Zn)	1300
Свинец (Pb)	243	Железо (Fe)	1630
Олово (Sn)	574	Алюминий (Al)	7040

видим, что это количество сравнительно незначительно, за исключением алюминия, количество теплоты которого значительно превосходит все прочие металлы. Объясняется это тем, что алюминий имеет весьма большое сродство с кислородом. То колоссальнейшее количество электрической энергии, которое расходуют в электрических печах при получении алюминия из глинозема (креолиты, бокситы), почти целиком отдается обратно в процессе термитной реакции.

Зная тепловые эффекты (кал на 1 кг) железа (Fe) и алюминия (Al) для первого приблизительно 1630 и второго приблизительно 7040 кал, а следовательно и тепловые эффекты на молекулу — 275 кал для Fe и 380 кал для Al, получим:



Следовательно, согласно формулам (2) и (3) 912 г термита дадут 504 г железа, 408 г окиси алюминия (шлак), выделив 695 к-кал тепла; 1 кг термита даст 552 г железа и около 750—770 к-кал тепла в зависимости от того, насколько окалина и алюминий, идущие в термит, приближаются по чистоте к теоретическим Al и Fe₃O₄, т. е. насколько они свободны от посторонних примесей.

На основании расчетов термитная реакция протекает при температуре выше 5000°C, т. е. значительно выше, чем температура вольтовой дуги. Эта столь значительная концентрация тепла в термите, могущая быть в любой момент и в любом неограниченном количестве полученной, и является его одним из ценнейших свойств.

Там, где для расплавления какой-либо металлической массы посредством электрического тока требуются электрические силовые установки в сотни и тысячи киловатт и десятки часов времени, при помощи термита эту операцию можно проделать при самой примитивной и не дорогостоящей аппаратуре в течение нескольких минут.

Нефть, уголь и прочие подобные горючие, как известно, сгорают за счет кислорода воздуха и горение это может происходить лишь на открытом воздухе. Горение же термита протекает при иных обстоятельствах и в иной обстановке, так как необходимый для горения термита

кислород имеется уже в необходимом количестве в самом термите, а следовательно, может протекать в совершенно закрытых ретортах и тиглях, выделяя при этом продукты горения не в виде газов, а в виде расплавленной жидкой окиси алюминия (шлака).

Эти два фактора: 1) горение в герметически закрытых тиглях и 2) горение без выделения газов обуславливают главным образом ценные свойства термита как в смысле максимальной концентрации источника тепла в одном месте, так и в смысле максимального использования тепла при сгорании алюминия.

Насколько велико количество энергии, развиваемой термитной реакцией? Гольдшмидт в одном из своих докладов на съезде химиков говорит: «Считая грубо преуменьшенным, что при сгорании 10 кг термита выделяется в одну секунду всего лишь 300 к-кал, при механическом эквиваленте 1 к-кал равно 425 кг/м получим, что механическая работа термитной реакции выражается 127 500 кг/м или отнесенная к 1 сек. — 1700 л. с., или 1250 kW». По мощности это соответствует энергии, развиваемой вольтовой дугой в 30 000 А при напряжении в 40 V.

Отсюда можно заключить, что если 10 кг термита дают такой колоссальный тепловой эффект, то насколько он возрастет при увеличении порции термита до 100, 1000 и более килограммов.

Температура выходящего из тигля металла при условии содержания в термите обсеков не более 12% и продолжительности горения десятикилограммной порции не более 20 сек. будет порядка 3000—3300°.

При определении процента содержания алюминия (Al) в термите, изготовленного из алюминиевого переплава, т. е. 88—94% Al включительно, пользуются следующей формулой:

$$J_a = \frac{100^2 k z}{A m (k z + g + k)}, \quad (4)$$

где:

k — процент содержания кислорода в окалине (Fe_2O_3);

A — процент содержания активного алюминия в алюминиевом порошке;

g — процент содержания железа (Fe) в окалине;

z — маркировочный коэффициент (колеблется от 0,950 до 1,240);

m — коэффициент качественной и количественной зависимости в смысле засоренности алюминия (колеблется от 1 до 0,97).

При определении процента содержания алюминия (Al) в термите, изготовленного на чушке, т. е. 94—99,8% (Al), пользуются формулой:

$$J_{a1} = \frac{10^2 k z}{A + k z}, \quad (5)$$

при тех же буквенных показателях (значениях), что и в формуле (4).

Величины колебаний для z в формулах (4) и (5) находятся в зависимости от количества содержащихся в них, кроме Al и O в алюминии и окалине, металлов в виде Cu, Si, Fe, Mn и других.

Присадки

Опыт показал, что сварки произведенные термитом, имеющим в конце реакции недовосстановленную окись железа в пределах 7—8%, дают значительно лучшие результаты.

Железо, полученное в итоге реакции термита, отвечающей лишь формуле (1), слишком мягко. Оно в среднем имеет 35—38 кг/мм² временного сопротивления на разрыв при удлинении 18—20% и имеет в среднем следующий химический состав (в процентах):

углерода (C)	— 0,1,	фосфора (P)	— 0,03
марганца (Mn)	— 0,08	меди (Cu)	— 0,09
кремния (Si)	— 0,09	алюминия (Al)	— 0,07
серы (S)	— 0,03		

Сделанная таким термитом (железом) сварка не будет достаточно прочной и устойчивой и металлический облив (в месте сварки) будет иметь много пузырей и усадочных раковин.

Для повышения качества термитного металла и уменьшения усадочных раковин в него вводятся присадки ферро-марганца, ферро-титана, ферро-ванадия, ферро-силиция и других обогащающих термитный металл элементов.

Перечисленные ферро-сплавы вводят с таким расчетом, чтобы довести термитное железо по твердости и прочим механическим свойствам до свариваемых объектов.

Величина присадок зависит и от других элементов, содержащихся в окалине. На практике поступают в производство такие сорта окалины, что содержащиеся в них Mn, Si, Cr, Ni и другие металлы могут быть настолько достаточными, что делать в термит какие-либо дополнительные присадки становится излишним.

В некоторых отдельных случаях термитному металлу дается как пониженная, так и повышенная ($\pm 20\%$) твердость по сравнению с основным металлом свариваемых частей машин в зависимости от способов и методов сварки и специальных требований.

Присадки в термит для сварки рельсов дают облив по своим механическим качествам, отвечающий: временное сопротивление на разрыв $R \leq 50$ кг/мм², удлинение $i = 8\%$ и по химическому составу:

углерод (C) — от 0,25 до 0,40%,
марганец (Mn) — от 0,55 до 1,0%,
кремний (Si) — от 0,25 до 0,40%,
фосфор (P) — 0,05%,
сера (S) — 0,04%.

Наиболее применяемый на практике материал, идущий для присадок в термит, это:

ферро-марганец $\left\{ \begin{array}{l} \text{Mn} - 65-80\% \\ \text{Si} - 1-3\% \end{array} \right.$ ферро-силиций $\left\{ \begin{array}{l} \text{Si} - 40-70\% \\ \text{Mn} - 3-4\% \end{array} \right.$

Степень измельчения зерен присадок ограничивается ситом № 2 и ситом № 20, т. е. величина зерен не должна быть более 5 мм и не менее 0,3 мм.

Этой величиной грануляции предупреждают, с одной стороны, выгорание присадок во время реакции термита и неполное расплавление их, с другой стороны. Как в том, так и в другом случае присадка лишь частично попадает в термитный металл и не достигает прямого своего назначения.

Марганец, вводимый в термитное железо в виде ферро-марганца: 1) увеличивает твердость и делает термитный металл более устойчивым износу (рельсы) и повышает его механические качества (временное сопротивление износу, предел упругости и пр.); 2) удаляет из термитного металла серу в виде шлака (MnS) и частично нейтрализует ее; 3) удаляет из облива вредные примеси благодаря большому сродству с O и S; 4) предохраняет термитное железо от пережога, сокращает длительность периода краснотокости и уменьшает пористость.

Кремний, вводимый в термитный металл в виде ферро-силиция, дает: 1) плотные отливки с отсутствием пузырей, 2) тонко волокнистый излом, 3) увеличивает временное сопротивление разрыву, 4) раскисляет закись железа и тем самым, так же как и марганец, устраняет краснотокость.

Присадки ферро-марганца и ферро-силиция вводятся в термит развешанными для каждой порции в пакетах. Пакеты эти закладываются на глубину $\frac{2}{3}$ засыпанного в тигель термита.

Если вес порции превышает 25 кг, то присадка кладется не одним пакетом, а несколькими, по 250—300 г каждый, и в различные места как в горизонтальной, так и вертикальной плоскости тигля. Особенно строго это правило необходимо соблюдать при сжигании порций термита свыше 300 кг.

Дать заранее таблицу весов ферро-марганцевых и ферро-силициевых присадок в термит, исходя лишь из веса последних и не имея данных о химическом составе как самого ферро-марганца и ферро-силиция, а также окислы и алюминия, значит заведомо сделать ошибку.

Марганец и кремний, как сказано, колеблются в ферро-силиции от 40 до 70% и в ферро-марганце от 65 до 80%.

Что касается окислы и алюминия, то несмотря на то, что содержание в них Mn и Si значительно ниже, чем в присадках, все же в общей сумме, учитывая вес порции термита и меньший процент угара, нежели в присадках, количество Mn и Si, переходящих из них в термитный металл, значительно:

в окислы: { Mn — 0,40—0,80% Si — 0,20—0,50%	в алюминии { Mn — 0,25—0,55% Si — 0,30—0,60%
--	---

Окислы с содержанием 0,8% марганца и 0,6% кремния уже помимо специальных присадок вводит в термитный металл 1,2% марганца и 0,75% кремния с некоторым процентом на угар. Не считаться

с этим фактором и дать таблицы величин присадок, ориентируясь лишь на веса порций термита, было бы неверным.

Для подсчета весов присадок для нормальных рядовых термитов можно пользоваться следующей эмпирической формулой:

$$\text{FeMn} = \frac{J_m(a+b+c)}{m_1}; \quad \text{FeSi} = \frac{J_s(a+b+c)}{s_1},$$

где:

a — вес алюминия (Al) в г;

b — вес окалина (Fe_3O_4) в г;

c — вес обсечек (Fe) в г;

m_1 — процентное содержание марганца (Mn) в ферро-марганце и

s_1 — процентное содержание кремния (Si) в ферро-силиции: J_m — от 1,4 до 2,0; J_s — от 0,15 до 0,21.

Численные величины для J_m и J_s колеблются в зависимости от процентного содержания Mn и Si, соответственно в алюминиевом порошке термита и окалине (Fe_3O_4).

Для сварки различных типов рельсов, отличающихся друг от друга по своему весу в погонном метре, а следовательно и по площади своего сечения (табл. 3) требуются различные количества теплоты, а следовательно, и различные количества термитного металла.

В основу расчета весов порций термита для каждого типа рельсов кладется вес термитного металла, необходимого для сварки данного типа рельсов. В табл. 4 при-

ведены эти веса, установленные опытом. Они кладутся в основу расчета веса порций при условии точно определенного очертания (конфигурации) облива металлического стыкового башмака. Так, чересчур малое поперечное сечение этого башмака (облива) подведет недостаточно тепла, например к шейке или подошве рельса, и сварки мы не получим.

Чересчур большое поперечное сечение этого башмака (облива) подведет слишком много тепла, например к головке рельса, и мы получим пережог головки рельса.

Как было сказано, температура термитного жидкого металла, получающегося в итоге термитной реакции, зависит от процентного содержания в термите кислорода и алюминия.

Термитное железо в конечном итоге термитной реакции выходит с такой высокой температурой (3000—3300°), что может оказать вредное влияние на металл свариваемых предметов в смысле его пережога.

Таблица 3

Тип рельсов	Вес 1 пог. м в кг	Площадь сечения в см ²
Феникс объед. I	55,17	70,47
» » II	46,59	59,51
Вильгельм I-A	43,57	55,64
» II-A	38,42	49,06
» III-A	33,48	42,76
» IV-A	30,89	39,45

Таблица 4

Веса металлических обливов рельсов

Тип рельсов	Способ сварки	Способ подогрева	Вес облива в %
Виньоль I-A	Комбинированный	Бензольный	5020
» II-A	»	»	3660
» III-A	»	»	3210
» IV-A	»	»	2780
» I-A	Впритык	»	4090
» II-A	»	»	3860
» III-A	»	»	3320
Феникс объедин. I	Комбинированный	»	6280
Переходи. с Феникса на В II-A	»	»	7770

Для понижения температуры термита и увеличения выхода металла без увеличения веса порции термита за счет Al и Fe_3O_4 в термит прибавляется в процессе смешивания Al и Fe_3O_4 железо ($C = 0,10-0,20$; $Si = 0,05-0,10$; $S = 0,01-0,03$; $Mn = 0,3-0,4\%$ в виде мелких кусочков от 2 до 3 мм в поперечнике).

Для этой цели наиболее подходящим являются отходы (обсечка) при производстве гвоздей. Количество обсечки в термите колеблется от 10 до 15% от общего веса термита, т. е. $Al + Fe_3O_4 +$ обсечка. Горение термита при этом протекает более покойно, плавно с незначительно замедленным ходом реакции. В некоторых специальных сортах термита процент обсечки доводится до 20 и даже до 25.

В порции термита для металлического облива весом 2 кг вводится обсечек 9%; до 3 кг — 10%, до 4 кг — 11%, до 5 кг — 12%, до 6 кг — 13%, до 7 кг — 14% к весу порции термита. Эти нормы относятся к обсечке с указанной выше величиной зерен, в противном случае они должны быть повышены от 2 до 4%.

Для производства термита идут различные сорта окалины как по грануляции, так и по химическому составу, почему может случиться, что термиты одного и того же веса, составленные по одному и тому же рецепту, дадут различные веса металлического облива. Объяснение будет состоять в том, что мелкие, лепескообразные окалины, например проволоочная окалина, окалина редуccionного стана, дают меньший выход железа. Окалины же с большим удельным весом, как например окалина проволоочной заготовки, рельсо-балочная окалина, окалина катанок из подогревательных печей, дают больший выход металла.

При подсчетах рецептов термита это обстоятельство необходимо учитывать и вводить известный поправочный коэффициент.

Указанные рецепты даны с расчетом определенного выхода металла и рассчитаны для точно определенных алюминиевых моделей, так что при пуске этих моделей в производство нужно тщательно проверять номера моделей и их клеймо. Это необходимо делать еще и по тем соображениям, что в практике иногда пользуются моделями ку-