

20 $\frac{68}{140}$

$\frac{68}{140}$

Ф. 5
1-4

„ЭЛЕКТРОСТАЛЬ“

ПЕРВЫЙ ЗАВОДЪ
СПЕЦИАЛЬНОЙ СТАЛИ
ВЪ РОССИИ.

Б.

АВТОМОБИЛЬНО - АЭРОПЛАННАЯ СТАЛЬ.

СОРТА СТАЛИ и ОБРАЩЕНИЕ СЪ НИМИ.



МОСКВА.
Типографія В. И. КРЮКОВСКАГО. Кузнецкій пер., домъ Соколь.
1917.

РОССИЙСКАЯ
ГОСУДАРСТВЕННАЯ
БИБЛИОТЕКА

8814-17

20 ⁶⁸/₁₄₀

Автомобильно-аэропланная сталь.

I. Вступленіе.

Автомобиль и аэропланъ—сложныя машины. Части ихъ несутъ отвѣтственную и трудную работу, по характеру очень разнообразную. Онѣ должны быть прочны: не деформироваться, не ломаться, не истираться, вообще—не разрушаться во время работы. Для этого ихъ надо изготовлять изъ соотвѣтствующей стали и соотвѣтствующимъ образомъ.

Чтобы обезпечить частямъ автомобиля и аэроплана достаточную прочность, необходимо выборъ стали для нихъ, порядокъ и способъ обращенія съ нею согласовать съ характеромъ и условіями службы этихъ частей. Для этого надо знать:

1. какъ работаетъ каждая часть автомобиля и аэроплана, какія она испытываетъ напряженія во время работы;

2. какая сталь, въ какомъ состояніи строенія и механическихъ свойствъ наилучшимъ образомъ сопротивляется этимъ напряженіемъ;

3. какъ практически достигнуть такого состоянія;

4. какая для этого необходима обстановка—оборудование приборами и другими средствами;

5. какъ пользоваться этой обстановкой, чтобы получить то, что нужно.

Сложность задачи требуетъ ясности въ способахъ и средствахъ для рѣшенія ея; этимъ достигается упрощеніе задачи и, что самое важное, обеспечивается наиболѣе надежное выполненіе ея. Ясность въ способахъ и средствахъ получается тогда, когда они строго обоснованы, т. е.—когда лицо, пользующееся ими, знаетъ, что, поступая только извѣстнымъ образомъ, оно можетъ получить желаемый результатъ, и знаетъ при этомъ—почему. Это даетъ возможность воспроизводить одинъ и тотъ же результатъ много разъ подрядъ, достигать однообразія въ изготовленіи отдѣльных частей автомобиля и аэроплана, что практически необходимо и очень важно.

Параллельно съ этимъ болѣе благопріятно разрѣшается экономическая сторона вопроса, такъ какъ изготовленіе издѣлій обходится дешевле въ обстановкѣ сознательной работы, исключаящей возможность получения большого $\frac{0}{0}$ брака и отбросовъ, плохого качества издѣлій (и вызываемой этимъ замѣны ихъ) и проч. Далѣе, экономятся: время, силы, средства, повышается производительность и продуктивность работы, разумнѣе расходуется энергія, растетъ техническое самосознаніе.

Еще одно преимущество даетъ работа, если она протекаетъ въ обстановкѣ примѣненія правильныхъ методовъ и способовъ, а также—разумнаго пользованія техническими средствами и устройствами. Накапливается большой практической матеріалъ, цѣнность ко-

тораго въ томъ, что онъ можетъ быть точно охарактеризованъ, такъ какъ получается въ строго опредѣленныхъ обстановкѣ и условіяхъ. А такой опытъ, какъ провѣрка данныхъ научнаго анализа, нуженъ для лучшаго освѣщенія и дальнѣйшаго развитія техническихъ вопросовъ. Въ этомъ — быстрый прогрессъ техники.

Отсюда вытекаютъ важность и необходимость руководства, въ которомъ можно было бы найти краткія, ясныя и опредѣленные указанія:

1. о стали для частей автомобиля и аэроплана въ связи съ назначеніемъ ихъ;

2. объ операціяхъ, какими эта сталь приводится въ состояніе механической прочности, требуемой условіями службы соотвѣтствующихъ частей (ковка, отжигъ, закалка, отпускъ, цементация);

3. объ обстановкѣ, требуемой для правильнаго, однообразнаго практическаго осуществленія этихъ операцій (печи, измѣрительные приборы, охладительныя устройства и друг.);

4. объ использованіи обстановки, — примѣнительно къ характеру издѣлій и характеру операцій (методы и способы работы);

5. о контролѣ результатовъ работы (механическія испытанія: на разрывъ, ударъ, твердость; микро — и макроструктура).

Такое руководство, конечно, не отвѣтитъ на всѣ вопросы, которые могутъ встрѣтиться въ практикѣ; но оно подскажетъ тотъ путь, которымъ можно подойти къ правильному рѣшенію ихъ, и, во всякомъ случаѣ, предохранитъ отъ большихъ ошибокъ.

II. Сорта стали и назначеніе ихъ.

При изготовленіи одной и той же части автомобиля или аэроплана можно примѣнять во многихъ случаяхъ различные сорта спеціальной стали, а также неспеціальной (обыкновенной углеродистой) съ почти одинаковой гарантіей прочности для нея. И тогда, казалось-бы, излишнимъ пользоваться спеціальной сталью. Но надо считаться съ особыми обстоятельствами, которыя исключаютъ возможность примѣненія обыкновенныхъ сортовъ стали и заставляютъ остановиться на нѣкоторыхъ вполне опредѣленныхъ спеціальныхъ сортахъ. Къ такимъ обстоятельствамъ относятся: легкость появленія въ издѣліяхъ напряженій, трещинъ и коробленія при закалкѣ; возможность образованія въ стали графита; узкіе предѣлы допускаемыхъ температуръ заковки, т. е.—легкость перегрѣванія стали и др.

Но, съ другой стороны, предлагаемое многими заграничными фирмами разнообразіе сортовъ спеціальной стали не вызывается необходимостью. Для всѣхъ тѣхъ издѣлій, для которыхъ они рекомендуются, можно ограничиться незначительнымъ числомъ сортовъ спеціальной стали. Для дѣла гораздо важнѣе не разнообразіе сортовъ, а однообразіе качества стали одного и того же сорта въ соответствующихъ издѣліяхъ. А это достигается, съ одной стороны, — производителемъ, который долженъ изготовлять сталь однообразнымъ, надежнымъ способомъ; съ другой стороны, — потребителемъ, который долженъ однообразно правильно съ нею обращаться.

Заводъ будетъ изготовлять въ электроплавильныхъ печахъ четыре сорта стали съ различнымъ содержаниемъ углерода, хрома и никкеля (таб. I.).

Таблица I.

Химическій составъ стали.

Сортъ стали.	С—Углеродъ.		Cr—Хромъ.		Ni—Никкель.	
	отъ	до	отъ	до	отъ	до
Э. 4.	0,16	0,22	0,80	1,20	2,40	2,80
	0,19		1,00		2,60	
Э. 6.	0,26	0,32	1,50	1,90	3,60	4,00
	0,29		1,70		3,80	
Э. 5.	0,11	0,17	1,00	1,40	3,60	4,00
	0,14		1,20		3,80	
Э. 2.	0,14	0,20	0,30	0,50	1,60	2,00
	0,17		0,40		1,80	

Содержаніе фосфора и сѣры не будетъ превышать для каждаго сорта 0,025%.

Параллельно со среднимъ содержаніемъ примѣсей въ таблицѣ I-ой даны предѣлы колебанія этихъ примѣсей, допустимые и неизбежные при валовомъ производствѣ—безъ нарушенія индивидуальности каждаго сорта.

Заводъ намѣренно не готовитъ и не рекомендуетъ стали съ содержаніемъ только никкеля, такъ какъ считаетъ чисто никкелевую сталь опасной для такихъ отвѣтственныхъ частей, какъ части автомобиля и аэроплана.

Каждый изъ указанныхъ въ таблицѣ I-ой сортовъ стали рекомендуется примѣнять для соотвѣтствующей части той или другой машины, того или другого механизма.

При выработкѣ и назначеніи этихъ сортовъ имѣлось въ виду дѣленіе всѣхъ отвѣтственныхъ частей автомобиля и аэроплана по характеру и условіямъ службы ихъ на три группы (таблица II).

Таблица II.

Назначеніе сортовъ стали примѣнительно къ характеру и условіямъ службы различныхъ издѣлій.

Группа	Сортъ стали.	Условія работы издѣлій.	Издѣлія.
I.	Э. 4.	Части, испытывающія значительныя напряженія и не подверженныя значительному тренію.	Колѣнчатый валъ. Ведущій валъ. Заднія полуоси. Валики: главный валикъ рулевой коробки; валики коробки передачъ. Шпонки, отвѣтственные болты и др.
II.	Э. 6 Безъ цементаций.	Части, подверженные значительному тренію при значительныхъ	Колѣнчатые валы сложной формы. Шестерни. Зубчатые наборы. Червякъ рулевого механизма. Секторъ. Валики: палецъ поршня; валикъ конусного сцѣпленія; вертикальный валикъ передней оси; распределительный валъ. Части распределительного механизма. Клапанъ. Части кардана. Муфта конуснаго сцѣпленія. Тормазная муфта. Скользуны и др.
	Э. 5 Съ цементацией.	и незначительныхъ напряженіяхъ.	
III.	Э. 2.	Части, не подверженные тренію, не испытывающія значительныя напряженія, весьма отвѣтственные, подверженные большому числу повторныхъ усилій.	Передняя ось. Шейка передней оси. Шатунъ. Отвѣтственные рычаги и тяги. Хомутъ центральнаго тормоза. Втулка пропеллера. Нѣкоторые части распределительнаго механизма: поводки, тяги, опоры коромыселъ. Шпильки, болты и др.

Изъ двухъ сортовъ стали II-ой группы (таблица II-ая) Э. 6 рекомендуется преимущественно для частей сложной формы и испытывающихъ значительныя напряжения, Э. 5 — для частей простой формы и испытывающихъ незначительныя напряжения.

Цементация—операция очень деликатная, для издѣлій сложной формы—очень трудно выполняемая. Кромѣ того, цементованный слой въ издѣліи всегда мало проченъ, хрупокъ; отъ него начинается обыкновенно разрушеніе, и для этого достаточно часто незначительной причины, напр., штриха отъ рѣзца или наждачнаго круга на поверхности цементованнаго слоя. Значительно болѣе прочная центральная часть цементованнаго издѣлія не настолько надежна, чтобы помѣшать разрушенію, начавшемуся съ поверхности. Цементация, какъ операция, постепенно теряетъ свое практическое значеніе. Проще, спокойнѣе и надежнѣе для полученія тѣхъ же результатовъ (т. е. прочности и поверхностной твердости) взять подходящую сталь и ее соотвѣтствующимъ образомъ термически обработать.

Разнообразіе системъ автомобилей и аэроплановъ, а, слѣдовательно, и разнообразіе въ отдѣльныхъ частяхъ механизмовъ, съ особенностями въ характерѣ и условіяхъ службы ихъ, не даютъ возможности предусмотрѣть всѣ случаи примѣненія того или другого сорта стали для нихъ. Поэтому, рекомендуется потребителямъ обращаться въ случаяхъ сомнѣній къ специальнымъ инструкторамъ—инженерамъ, на обязанности которыхъ будетъ лежать давать всѣ необходимыя разъясненія и указанія.

III. Обращеніе со сталью.

Изготовленная заводомъ сталь, прежде чѣмъ получить форму и свойства частей автомобиля и аэроплана, должна пройти черезъ рядъ операций. Однѣми изъ нихъ: ковкой, механической обработкой на станкахъ придается этимъ издѣліямъ необходимая форма; другими: закалкой и отпускомъ, съ предварительной цементацией или безъ нея, сообщаются имъ свойства, отвѣчающія характеру и условіямъ службы ихъ; третьими: напр.—отжигомъ, облегчается выполненіе вышеуказанныхъ операций.

Для правильнаго осуществленія этихъ операций необходимо строгое соблюденіе указаній, связанныхъ или съ индивидуальными особенностями сорта стали, или съ особыми условіями работы ея въ частяхъ машинъ и механизмовъ.

Наилучшее использованіе стали, въ смыслѣ полученія отъ нея наибольшей полезной работы, возможно только при сознаніи важности и необходимости практическаго выполненія основныхъ правилъ обращенія съ различными сортами стали. Только тогда природныя высокія качества стали проявятся съ наибольшей полнотой, какъ въ процессахъ протеканія отдѣльныхъ операций, такъ и въ результатахъ работы частей машинъ и механизмовъ.

Нагрѣваніе и измѣреніе температуръ.

Нагрѣваніе стали должно быть постепеннымъ, равномернымъ и до температуръ, согласованныхъ съ сортомъ стали и съ характеромъ тѣхъ операций, для ко-

торыхъ она нагрѣвается. Подогрѣвъ стали, т. е. постепенное, медленное нагрѣваніе ея до температуръ приблизительно 600—700°, необходимо для того, чтобы избѣжать возникновенія напряженій и появленія трещинъ въ малопластичномъ матеріалѣ. Особенно важно это для сорта стали Э.6. Практически на подогрѣвъ обращается мало вниманія, а, между тѣмъ, отсутствіемъ его очень часто можно объяснить: плохую ковкость стали (растрескиваніе ея при ковкѣ); трещины при закалкѣ; появленіе трещинъ на поверхности стали послѣ отжига въ тѣхъ мѣстахъ, гдѣ до отжига ихъ не наблюдалось.

Неравномѣрностью нагрѣванія (а это почти всегда бываетъ при отсутствіи подогрѣва) вызывается коробленіе стали, особенно въ частяхъ машинъ сложной формы, при неравномѣрномъ распредѣленіи массы и рѣзкихъ измѣненіяхъ поперечнаго сѣченія въ нихъ. Когда измѣненіе формы нагрѣваемой части механизма недопустимо (при нагрѣваніи, напр., чисто отдѣланнаго издѣлія), тогда особенно необходимо постепенный, достаточно медленный нагрѣвъ стали.

Степень, т. е. температура нагрѣванія стали опредѣляется характеромъ операций: дляковки она должна быть значительно выше, чѣмъ для закалки; для закалки ниже, чѣмъ для цементации. И для этого имѣются совершенно опредѣленные основанія.

Ковать кусокъ стали, измѣнять форму его тѣмъ легче, чѣмъ онъ болѣе пластиченъ, т. е. болѣе высоко нагрѣтъ. Поэтому, практически стремятся нагрѣвать сталь выше,—перегрѣвать (т. е.—нагрѣвать выше температуры, при которой она пріобрѣтаетъ наиболѣе мелкое и однообразное строеніе). Это вызывается часто и

недостаточной силой молотовъ. Но въ этомъ нагрѣваніи долженъ быть поставленъ предѣлъ, опредѣляемый: качествомъ стали и качествомъ нагрѣвательнаго прибора—печи. Въ недостаточно чистой стали (въ отношеніи газовъ и вредныхъ примѣсей: кислорода, сѣры, фосфора и др.) легче могутъ создаться условія, благоприятныя для начала химическихъ процессовъ съ образованіемъ продуктовъ (напр.—закиси желѣза), вредныхъ для прочности стали. Условія для этого стануть еще болѣе благоприятными, если печь, въ которой ведется нагрѣваніе, несовершенна: въ рабочее пространство ея засасывается холодный воздухъ; печь не даетъ равномернаго нагрѣва; языки пламени лижутъ поверхность нагрѣваемыхъ предметовъ; нѣтъ правильной канализаціи пода печи ¹⁾). Недостаточно чистая сталь при нагрѣваніи въ плохой печи можетъ быть легко испорчена: пережжена; и говорить о наивысшей предѣльной температурѣ нагрѣванія дляковки при такихъ условіяхъ не представляется возможнымъ. Но зато сталь высокаго качества въ хорошей печи испортить при нагрѣваніи очень трудно. Сама печь, если она отвѣчаетъ заданіямъ, ставитъ предѣлъ температурѣ дляковки; въ ней трудно нагрѣть кусокъ стали выше опредѣленной температуры. А это важно, такъ какъ нормальнымъ ходомъ печи будетъ опредѣляться постоянная высшая температураковки. Обыкновенно эта температура не выше 1100—1200⁰. Прак-

¹⁾ В. Е. Грумъ-Гржимайло. 1). „Гидравлическій методъ расчета пламенныхъ печей“. Журналъ Русск. Металлург. О-ва 1911 г. № 3, стр. 199. Отдѣльный оттискъ. 2) „Основы правильной конструкціи печей“. Журн. Русск. Мет. О-ва 1912 г. № 5, стр. 573. Отдѣльный оттискъ. 3) „Печи, примѣняемыя при изготовленіи снарядовъ“. Изданіе Металлург. Отдѣла Комитета Военно-Техническ. Помощи. Петроградъ 1916 г.

тически нагрѣвать специальную автомобильно-аэропланную сталь выше $1000-1100^{\circ}$ и нежелательно и не вызывается необходимостью.

Въ нагрѣваніи дляковки большія колебанія въ температурѣ не имѣютъ большого значенія, и границы ихъ опредѣляются съ одной стороны—требованіемъ не пережога, а съ другой—требованіями: большой пластичности, легкости и скорости полученія требуемой формы. Въ нагрѣваніи для отжига, закалки, отпуска и цементации большія колебанія въ температурѣ недопустимы, и требованіе нагрѣванія до вполне опредѣленныхъ температуръ, съ очень малыми предѣлами отклоненій, ставится обязательнымъ условіемъ при примѣненіи стали опредѣленнаго сорта для опредѣленнаго назначенія. Чтобы имѣть увѣренность въ томъ, что требуемое условіе соблюдено, необходимо, при осуществленіи вышеуказанныхъ операций, строго контролировать температуру нагрѣванія примѣненіемъ пирометровъ. Наиболее надежнымъ и удобнымъ пирометромъ для измѣренія температуръ надо признать термоэлектрическій пирометръ Ле-Шателье, которымъ единственно и слѣдуетъ пользоваться. Полезныя указанія относительно пользованія имъ и провѣрки (градуированія) можно найти въ статьѣ Г. З. Нессельштраусъ „Пирометры въ Заводскомъ дѣлѣ“. Петроградъ 1917 г. Изданіе Металлургическаго Отдѣла Петроградскаго Комитета Военно-Технической Помощи.

К о в к а.

При ковкѣ сталь охлаждается и можетъ дойти до температуръ, при которыхъ въ ней начнутъ происходить превращенія, сопровождающіяся выдѣленіемъ теп-

ла и измѣненіемъ объема. Въ зависимости отъ сорта стали и температуры, съ которой началось охлажденіе (температуры началаковки), превращенія проявляются при болѣе высокихъ или болѣе низкихъ температурахъ.

Въ интервалахъ отъ температуры началаковки до температуры начала превращеній надо ковать сталь быстро, частыми и сильными ударами, не боясь вызвать разрушенія (трещины) въ ней, если, конечно, были соблюдены условія правильнаго нагрѣванія. Интенсивная ковка, легко деформируя пластичный матеріалъ, въ то же время не даетъ ему быстро охлаждаться (механическая работа удара превращается въ теплоту, которая передается стали) и тѣмъ удлинняетъ періодъ возможнойковки.

Наружные слои поковки, особенно выступающія части: углы, ребра охлаждаются быстрѣе внутреннихъ, въ фасонныхъ издѣліяхъ тонкія части—быстрѣе толстыхъ; вслѣдствіе этого, превращенія и связанныя съ ними объемныя измѣненія происходятъ не въ одно и то же время въ разныхъ частяхъ поковки, что вызываетъ въ стали напряженія, болѣе сильныя въ тѣхъ частяхъ, которыя достигли болѣе низкихъ температуръ. Ковать сталь при появленіи въ ней напряженій—значитъ еще болѣе увеличивать ихъ и рисковать вызвать надрывы, трещины и даже болѣе крупныя разрушенія, напр., отдѣленіе отъ поковки кусковъ. Поэтому, не слѣдуетъ ковать специальную сталь при низкихъ температурахъ, ниже 750—700°. Лучше и безопаснѣе нѣсколько разъ подогрѣвать сталь и производить ковку за нѣсколько пріемовъ, чѣмъ за одинъ пріемъ, рискуя при этомъ цѣлостью и надежностью поковки.

Охлажденію стали послѣковки обычно не удѣляется совсѣмъ вниманія: заготовки или поковки обыкновенно бросаются на полъ мастерской, гдѣ онѣ могутъ соприкасаться нѣкоторыми своими частями съ водой, холодными плитами и кусками холодного металла. Такое охлажденіе специальной стали недопустимо ввиду болѣе чѣмъ вѣроятнаго, въ результатѣ такого охлажденія, появленія мѣстныхъ мелкихъ трещинъ, часто въ очень большомъ количествѣ. Охлажденіе должно быть достаточно равномернымъ и не быстрымъ, для чего откованный предметъ надо помѣщать или въ особую камеру, наполненную пескомъ, или въ специальную печь съ низкой температурой (она же можетъ служить для подогрева стали передъ нагрѣваніемъ дляковки).

Отжигъ.

Вся сталь, прежде чѣмъ выйти съ завода и поступить въ распоряженіе потребителя, отжигается на заводѣ. Отжигомъ заводъ имѣетъ въ виду:

1. устранить напряженія въ стали послѣковки и, слѣдовательно, проявленія ихъ въ видѣ трещинъ: при сотрясеніяхъ во время нагрузки, разгрузки, при рѣзкихъ колебаніяхъ температуры, при быстромъ и неравномерномъ нагрѣваніи дляковки, если послѣдняя операція потребуется и будетъ недостаточно деликатно производиться потребителемъ стали;

2. облегчить сортировку стали, такъ какъ послѣотжига легче замѣтить наружные недостатки въ матеріалѣ, вызванные тѣми или другими причинами:

3. привести сталь въ состояніе, при которомъ она легко и чисто обрабатывается на станкахъ. Это особенно важно тогда, когда форма издѣлія или части машины получается изъ отожженной заготовки не новой ковкой, а непосредственной обработкой ея на станкахъ передъ закалкой.

Давая сталь въ отожженномъ видѣ, заводъ облегчаетъ задачу тамъ, гдѣ этой стали придаютъ форму части автомобиля и аэроплана рѣзущими инструментами на станкахъ: рѣзцами, сверлами, фрезерами и проч. Тогда весьма важно, чтобы эта работа совершалась съ наибольшей легкостью и съ наименьшимъ износомъ инструментовъ. И правильно произведенный отжигъ даетъ то, что нужно. Тамъ же, гдѣ сталь, полученную съ завода, надо еще ковать, чтобы получить поковку по формѣ части машины, ее необходимо снова отжигать, но уже мѣстными средствами, т.-е. внѣ завода, изготовившаго сталь. И этотъ отжигъ необходимо дѣлать такъ, чтобы легко было поковку обрабатывать на станкахъ.

Правильный отжигъ стали состоитъ въ нагрѣваніи ея до температуры, опредѣленной для каждаго сорта стали, и въ охлажденіи ея съ опредѣленной скоростью. Правильная температура отжига обезпечиваетъ мелкость и однородность строенія стали; правильная скорость охлажденія—легкость обработки ея на станкахъ; а то и другое вмѣстѣ — чистоту, точность и легкость обработки.

Необходимо отдѣльно подчеркнуть значеніе отжига, какъ операциі, уничтожающей въ стали напряженія. Присутствіе послѣднихъ въ поковкѣ рельефно проявляется во время отдѣлки ея на станкахъ; несмотря на

всю точность работы, какъ станка, такъ и рабочаго нельзя получить не только точнаго, но и годнаго по точности издѣлія. Объясняется это коробленіемъ, измѣненіемъ разстояній между отдѣльными точками въ издѣліи по мѣрѣ удаленія на станкахъ объемовъ стали въ видѣ стружки. При этомъ происходитъ перегруппировка внутреннихъ силъ, что вызываетъ коробленіе и смѣщеніе однѣхъ частицъ по отношенію къ другимъ. Какъ на примѣръ, можно указать на получение эллиптическаго отверстія вмѣсто круглаго въ поковкѣ при сверленіи круглаго отверстія.

Чистота въ отдѣлкѣ, т.е. гладкая поверхность издѣлія безъ надрывовъ и надрѣзовъ и отсутствіе напряженій въ немъ — обстоятельства весьма важныя при закалкѣ: значительно меньше вѣроятности, что издѣліе поведетъ, что оно дастъ трещины и вообще будетъ забраковано по этимъ причинамъ.

Правильныя температуры отжига и скорости охлажденія для всѣхъ сортовъ стали приведены въ таблицѣ III.

Таблица III.

Температуры отжига и скорость охлажденія.

Сортъ стали.	Температура отжига.		Скорость охлажденія при отжигѣ.
	отъ	до	Число градусовъ въ часъ.
Э. 4.	740	760	35 — 40.
	750		
Э. 6.	720	740	20 — 25.
	730		
Э. 5.	740	760	35 — 40.
	750		
Э. 2.	750	770	55 — 60.
	760		

Сталь должна охлаждаться со скоростями, указанными въ таблицѣ III, до температуръ 500—400° вмѣстѣ съ печью. Далѣе она можетъ охлаждаться быстрѣе, для чего ее можно вынуть изъ печи и охлаждать на воздухъ.

Закалка и отпускъ.

Совокупностью операций закалки и отпуска сталь приводится къ такому состоянію строенія, которое обезпечиваетъ ей желательныя механическія свойства. Одна закалка безъ отпуска не можетъ обезпечить этого. Какъ бы правильно ни была закалена сталь, въ ней всегда возникнутъ напряженія, какъ результатъ превращеній при низкихъ температурахъ, происходящихъ неодновременно въ разныхъ точкахъ массы ея. Внутреннія силы иногда достигаютъ такой величины, что преодолеваютъ силу сцѣпленія частицъ и вызываютъ появленіе трещинъ въ стали при закалкѣ. Чѣмъ неправильнѣе ведется закалка, тѣмъ больше данныхъ для появленія въ стали вредныхъ напряженій и трещинъ.

Прочность стали, при наличіи въ ней вредныхъ напряженій,—мала. При испытаніи на разрывъ образецъ стали, только закаленный, но не отпущенный, разрывается при незначительныхъ усиліяхъ, что указываетъ на малую прочность стали въ такомъ состояніи. Понятными становятся при этихъ условіяхъ выкрашиванія и трещины въ инструментахъ, зубьяхъ шестеренъ и другихъ издѣліяхъ во время работы, если эти издѣлія были неправильно закалены или не отпущены, особенно когда они должны работать въ условіяхъ ударовъ. Поэтому, сталь необходимо правильно закаливать и обязательно послѣ закалки отпускать.

Закалка. Правильная закалка требуетъ:

а) нагрѣванія каждого сорта стали до вполнѣ опредѣленныхъ температуръ;

б) охлажденія съ опредѣленной для каждого сорта стали скоростью;

в) равномернаго и однообразнаго охлажденія для всѣхъ точекъ массы издѣлія.

Правильной температурой закалки достигается мелкость строенія. Неправильными температурами могутъ быть: низкая температура—недогрѣвъ стали и высокая температура—перегрѣвъ стали. Какъ тѣ, такъ и другія являются причинами хрупкости, т. е. пониженія прочности стали при закалкѣ.

Правильныя температуры закалки для всѣхъ сортовъ стали приведены въ таблицѣ IV.

Таблица IV.

Температуры закалки.

Группа.	Сортъ стали.	Температура закалки.	
		отъ	до
I.	Э. 4.	770	790
		780	
II.	Э. 6.	740	760
		750	
	Э. 5.	Послѣ цементаци.	
		740	760
III.	Э. 2.	750	
		780	800
		790	

Закалкѣ долженъ всегда предшествовать правильный отжигъ. Приведенныя въ таблицѣ температуры закалки и вообще—все, что будетъ сказано ниже по поводу закалки, дѣйствительно и имѣетъ значеніе только при условіи примѣненія до закалки правильнаго отжига.

Скоростью охлажденія (съ правильной температурой) закрѣпляется при закалкѣ структура, благодаря которой обезпечивается возможность имѣть въ стали высокій предѣлъ упругости, что и является главной цѣлью закалки (совмѣстно съ отпускомъ). Большая или меньшая скорость охлажденія, требуемая для этого, связана (при одинаковыхъ прочихъ условіяхъ) съ содержаніемъ въ стали примѣсей: углерода, хрома, никкеля и др. Чѣмъ больше примѣсей, тѣмъ меньше требуемая скорость охлажденія. Практически та или иная скорость достигается примѣненіемъ соотвѣтствующей охлаждающей среды или жидкости: воды, масла, воздуха.

Свойства, объемъ (по сравненію съ объемомъ охлаждаемой массы издѣлія) и температура среды, размѣры поперечнаго сѣченія и масса охлаждаемаго предмета видоизмѣняютъ въ широкихъ предѣлахъ скорость охлажденія стали (паденіе температуры въ единицу времени) и даютъ возможность получать требуемую.

При закалкѣ различныхъ сортовъ стали необходимо охлажденіе вести согласно даннымъ таблицы V.

Таблица V.

Охлажденіе стали при закалкѣ.

Группа.	Сортъ стали.	Охлаждающая среда.	Издѣлія.
I.	Э. 4.	Вода.	Простой формы съ равномернымъ распределеніемъ массы.
		Масло.	Сложной формы съ неравномернымъ распределеніемъ массы.
II.	Э. 6.	Воздухъ.	Крупныя, сложной формы.
		Масло.	Мелкія.
	Э. 5.	Масло.	Всѣ послѣ цементации.
III.	Э. 2.	Вода.	Крупныя.
		Масло.	Мелкія.

Части машинъ, издѣлія, вообще—каждый кусокъ стали, подвергаемая охлажденію при закалкѣ, должны имѣть чистую поверхность послѣ грубой предварительной обработки на станкахъ, не должны имѣть заусеницъ, надрѣзовъ отъ инструментовъ, должны имѣть округленные углы, не рѣзкіе, а плавные переходы отъ большихъ къ меньшимъ сѣченіямъ. Въ этомъ отношеніи извѣстная педантичность предохранить отъ большихъ непріятностей. Передъ помѣщеніемъ предметовъ въ печь для нагрѣванія подъ закалку необходимо очищать ихъ отъ грязи.

Равномѣрнымъ и однообразнымъ охлажденіемъ стали при закалкѣ достигаются во всѣхъ точкахъ массы предмета одинаковая структура и одинаковыя механическія свойства. Въмѣстѣ съ тѣмъ, издѣлія предохраняются отъ коробленія и появленія въ нихъ вредныхъ напряженій. Практически осуществленіе такого охлажденія достигается:

1. большимъ объемомъ охлаждающей жидкости по сравненію съ объемомъ охлаждаемаго предмета;

2. поддерживаніемъ одинаковой температуры во всѣхъ точкахъ массы охлаждающей жидкости;

3. омываніемъ охлаждаемаго предмета охлаждающей жидкостью: движеніемъ жидкости или перемѣщеніемъ предметовъ въ ней;

4. способомъ погруженія предмета въ жидкость въ связи съ его формой.

5. менѣе быстрымъ охлажденіемъ предметовъ сложной формы съ неравномѣрнымъ распредѣленіемъ массы (съ рѣзкими измѣненіями поперечнаго сѣченія);

6. болѣе быстрымъ охлажденіемъ предметовъ простой формы съ равномѣрнымъ распредѣленіемъ массы.

Отпускъ. Отпускъ, или нагрѣваніе стали послѣ закалки, уничтожаетъ въ ней напряженія, вызванныя закалкой, и, измѣняя строеніе, сообщаетъ механическія свойства, нужныя для надежной работы части машины.

Какъ было указано выше, сталь, только закаленная, безъ отпуска, механически мало прочна и въ та-

комъ состояніи опасна въ издѣліяхъ, особенно—работающихъ съ ударомъ. Незначительныхъ усилій часто достаточно, чтобы эти издѣлія разрушились, сломались и притомъ безъ деформациі, что указываетъ на хрупкость стали въ нихъ. Такое состояніе стали характеризуется въ испытаніяхъ на разрывъ очень низкимъ разрушающимъ усиліемъ (явленіе преждевременнаго разрыва подъ вліяніемъ сложныхъ усилій, вслѣдствіе присутствія внутреннихъ напряженій въ разрываемомъ образцѣ), отсутствіемъ или очень низкимъ значеніемъ сжатія поперечнаго сѣченія.

Нагрѣваніе, уничтожая напряженія, возстановляетъ въ стали способность сопротивляться внѣшнимъ усиліямъ, стремящимся ее сначала продеформировать, а затѣмъ и разрушить. Эта способность сопротивленія растетъ съ увеличеніемъ въ стали предѣла упругости и сжатія поперечнаго сѣченія. Нагрѣваніемъ (послѣ закалки) до нѣкоторой температуры можно достигнуть наибольшаго предѣла упругости при большомъ сжатіи поперечнаго сѣченія, т. е. очень большой прочности стали. Съ дальнѣйшимъ повышеніемъ температуры отпуска постепенно измѣняется строеніе закаленной стали; вслѣдствіе этого понижается предѣлъ упругости ея за счетъ повышенія сжатія поперечнаго сѣченія. Сталь приближается постепенно къ механическому состоянію отожженной стали.

Отпускъ стали является такимъ образомъ очень важной и очень тонкой операціей, при посредствѣ которой можно извлечь изъ стали максимумъ работы и получить цѣлую гамму механическихъ состояній ея. Но все это вѣрно только при условіи, когда вся под-

готовка стали и послѣдняя, передъ отпускомъ, операція—закалка произведены правильно.

Нагрѣваніе при отпускѣ должно быть постепеннымъ и равномернымъ, т. е. достаточно медленнымъ. Быстрое неравномерное нагрѣваніе издѣлія можетъ вызвать разрушеніе (трещины) его, такъ какъ такое нагрѣваніе можно уподобить приложенію къ отдѣльнымъ точкамъ издѣлія внѣшнихъ силъ, большихъ, чѣмъ силы сопротивленія частицъ стали.

Температура отпуска опредѣляется назначеніемъ части машины, т. е. тѣмъ механическимъ состояніемъ стали, которымъ обеспечивается нормальная продолжительная служба этой части.

Нагрѣтую до назначенной температуры отпуска часть машины не слѣдуетъ выдерживать при этой температурѣ продолжительное время (напр. часъ и болѣе), а также—охлаждать въ той средѣ, гдѣ производилось нагрѣваніе. Охлажденіе надо осуществлять или на воздухѣ, или въ водѣ, т. е. немедленно. Если температура отпуска высока (около 600°), и издѣліе сложной формы, то предпочтительно охлажденіе на воздухѣ.

Точное измѣреніе температуры пирометромъ при отпускѣ еще болѣе важно, чѣмъ при закалкѣ, такъ какъ небольшія отступленія въ температурѣ часто вызываютъ значительныя отклоненія въ механическихъ свойствахъ.

Ц е м е н т а ц і я .

Цементация—операція настолько деликатная, что ея слѣдуетъ избѣгать. Это возможно, такъ какъ тѣ

же механическія свойства, какими обладаетъ цементованный слой въ издѣліи, можно получить изъ соответствующей стали, примѣнивъ къ ней правильную термическую обработку. И все издѣліе въ цѣломъ не только не проигрываетъ отъ этого въ прочности, а даже выигрываетъ.

Цементация требуетъ совершенной обстановки и точныхъ условій работы; и то и другое практически рѣдко осуществляется въ той степени, въ какой это необходимо. Отсутствие гарантіи въ полученіи однородныхъ надежныхъ результатовъ при цементации обезцѣниваетъ эту операцію и дѣлаетъ ее даже опасной, такъ какъ цементации подвергаются издѣлія сложной формы и отвѣтственнаго назначенія.

При осуществленіи операцій цементации необходимо соблюдать слѣдующее:

1. издѣліе передъ цементацией (послѣковки) должно быть обязательно отожжено;

2. температура и продолжительность цементации должны быть строго опредѣленными;

3. послѣ цементации долженъ быть произведенъ отжигъ, какъ цементованной, такъ и нецементованной части издѣлія;

4. закалка должна быть произведена при правильной температурѣ—для цементованнаго слоя;

5. отпускомъ при опредѣленной температурѣ цементованный слой долженъ быть приведенъ въ состояніе наибольшей прочности—въ отношеніи специальныхъ предъявляемыхъ къ нему требованій условіями работы его;

6. нецементованная часть издѣлія послѣ всѣхъ операций должна обладать наибольшей возможной динамической прочностью;

7. для осуществленія всѣхъ этихъ операций должна быть создана соотвѣтствующая важности ихъ обстановка.

Отжигомъ поковки для издѣлія устраняется возможность коробленія его во время обработки на станкахъ до поступленія въ цементацию, а также—коробленіе во время цементации и послѣдующей закалки. Объясняется это уничтоженіемъ напряженій въ поковкѣ, образовавшихся при охлажденіи ея послѣковки. Поэтому, неотжиганіе поволокъ, какъ сложныхъ, такъ и простыхъ до цементации недопустимо.

Предѣльное содержаніе углерода въ цементованномъ слѣ хромо-никкелевой стали (марка Э. 5), т. е. степень цементации, не должно превосходить 0,5—0,6%. Переходъ за этотъ предѣлъ бесполезенъ и даже вреденъ.

Температура цементации не должна быть выше 900°. Время цементации зависитъ отъ глубины и степени цементации; для большинства издѣлій оно не больше 6 часовъ (продолжительность выдерживанія при температурѣ цементации).

Перегрѣтая высокой температурой цементации нецементованная часть издѣлія правильнымъ отжигомъ приводится къ состоянію наилучшаго строенія, что необходимо для приданія этой части наибольшей динамической прочности. Этотъ отжигъ желательно осуществлять, не вынимая издѣлій изъ ящиковъ или ко-

робокъ, т. е. вмѣстѣ съ ними. Нагрѣваніе вынутыхъ издѣлій сопровождается частичнымъ обезуглероживаніемъ цементованнаго слоя. Объясняется это тѣмъ, что цементованный слой легко теряетъ углеродъ при благоприятныхъ условіяхъ. Температура отжига—обычная для стали этой марки. Охлажденіе при отжигѣ послѣ достиженія издѣліями требуемой температуры—на воздухъ вмѣстѣ съ коробками. Цементованный слой при этомъ отжигѣ не остается безъ измѣненія и во всякомъ случаѣ улучшается въ структурномъ отношеніи. Если по нѣкоторымъ соображеніямъ желательно и этотъ слой привести въ состояніе наилучшей структуры, то необходимо произвести второе нагрѣваніе до температуры отжига, правильной для цементованной части издѣлія. Вторая температура ниже первой и потому не можетъ сказаться вредно на нецементованныхъ частяхъ издѣлія.

При назначеніи температуры закалки надо имѣть въ виду только цементованную часть издѣлія, т. е. сталь съ содержаніемъ $C=0,5-0,6\%$, при другихъ примѣсяхъ, оставшихся безъ измѣненія. Такой температурой будетъ $740-760^{\circ}$. При этой температурѣ нецементованная часть будетъ менѣе энергично закаливаться, такъ какъ для нея правильная температура закалки выше ($760-780^{\circ}$). Для цементованной части безразлично въ какой средѣ ее охлаждать: въ водѣ, маслѣ или на воздухъ, такъ какъ эффектъ закалки получается почти одинъ и тотъ же. Для нецементованной части эффектъ закалки тѣмъ меньше, чѣмъ охлажденіе менѣе энергично. Поэтому предпочтительно охлажденіе вести на воздухъ или въ маслѣ (такъ какъ въ нецементованной части издѣлія желательно

имѣть наибольшій % сжатія за счетъ уменьшенія предѣла упругости).

Температура отпуска для цементованнаго слоя должна быть не болѣе 350—400°. Этимъ обезпечивается высокій предѣлъ упругости, необходимый по условіямъ работы этихъ частей издѣлій (160—170 кгр. на кв. мм.).

Въ отношеніи обстановки для цементациі необходимо имѣть въ виду слѣдующее:

1. печи для цементациі (пламенные, камернаго типа) должны равномерно нагрѣваться. Въ нихъ должны легко поддерживаться нужныя температуры. Засасываніе холоднаго воздуха въ печь недопустимо, такъ какъ это охлаждаетъ подъ печи, а слѣдовательно и нижнюю часть цементационныхъ ящиковъ. Вслѣдствіе большой разницы въ температурѣ по высотѣ ящиковъ цементациа идетъ неравномерно и даетъ неоднородный результатъ;

2. температуры должны измѣряться пирометромъ. Спай термоэлемента долженъ быть предохраненъ отъ вліянія газовъ (при цементациі это особенно важно), иначе можетъ образоваться углеродистая платина, а вмѣстѣ съ этимъ—хрупкость проволоки, пониженіе чувствительности, а слѣдовательно и точности показанія ея;

3. при цементациі надо пользоваться только молотымъ древеснымъ углемъ, преимущественно березовымъ, прибавляя къ нему ~~или~~ поташъ (ок. 5%) ~~или~~ ~~хлористый барій. (до 40%)~~ Никакія другія вещества широко рекламируемыя и дорого стоящія, примѣнять

не слѣдуетъ. При пользованіи веществами для цементациі необходимо соблюдать чистоту въ работѣ и однообразіе;

4. ящики для цементациі должны обладать достаточной герметичностью; упаковка должна быть плотной;

5. нагрѣваніе не должно быть быстрымъ, особенно сначала—во избѣжаніе взрывовъ; нельзя, напримѣръ, свѣжесобранный ящикъ помѣщать въ нагрѣтую печь;

6. не слѣдуетъ забывать, что прогрѣваніе ящиковъ съ углемъ идетъ довольно медленно, поэтому нежелательно пользоваться большими ящиками.

Часто не вся поверхность издѣлія требуетъ цементациі; тогда поступаютъ однимъ изъ слѣдующихъ способовъ:

1. въ мѣстахъ, которыя послѣ закалки не должны быть твердыми, оставляютъ припуски въ толщину цементованнаго слоя и послѣ цементациі и отжига этотъ лишній объемъ металла снимаютъ на станкахъ до закалки;

2. части поверхности издѣлія, не подлежащія цементациі, покрываются тонкимъ слоемъ мѣди (электролитическимъ способомъ), препятствующей при цементациі проникновенію въ сталь углерода.

Сложность и деликатность операций при цементациі и отсутствіе увѣренности въ точномъ и однообразномъ выполненіи ихъ заставляеть опасаться за прочность отвѣтственныхъ издѣлій и побуждаютъ рекомендовать цементацию только въ исключительныхъ случаяхъ.

IV. Механическія свойства стали.

Механическія свойства стали въ отожденномъ и термически обработанномъ видѣ принято оцѣнивать цифрами механическихъ испытаній на разрывъ, преимущественно—временнымъ сопротивленіемъ и относительнымъ удлиненіемъ, рѣдко—предѣломъ упругости и относительнымъ сжатіемъ поперечнаго сѣченія. А между тѣмъ, изъ всѣхъ цифръ испытанія на разрывъ цифры предѣла упругости и сжатія поперечнаго сѣченія могутъ наиболѣе правильно оцѣнить механическую прочность стали, а именно: предѣлъ упругости—степень сопротивленія ея деформирующимъ усиліямъ, а сжатіе—степень сопротивленія ея динамическимъ усиліямъ, т. е. ударамъ. Поэтому, въ оцѣнкѣ состоянія стали необходимо руководствоваться совокупностью значеній предѣла упругости и сжатія поперечнаго сѣченія при разрывѣ. Высокія цифры предѣла упругости и сжатія, указывая на высокія качества стали, въ то же время говорятъ и о правильной обработкѣ ея, т. е. о наилучшемъ использованіи стали въ механическомъ смыслѣ.

Не всегда по результатамъ испытанія на разрывъ можно дѣлать вѣрныя заключенія о степени сопротивляемости стали, напр. повторнымъ усиліямъ, истиранію и др. Но при отсутствіи достаточно хорошо разработанныхъ и надежныхъ методовъ другихъ испытаній приходится пользоваться этимъ единственно распространеннымъ и довольно точнымъ испытаніемъ, конечно—примѣняя его съ необходимой въ этихъ случаяхъ осторожностью. Въ этомъ отношеніи не бесполезно будетъ замѣтить, что небрежное изготовленіе

образцовъ для испытанія (оставленіе на поверхности ихъ поперечныхъ и другихъ штриховъ отъ рѣзца или наждачнаго круга, заполированіе ихъ, т. е. приведеніе въ скрытое состояніе), несовпаденіе при испытаніи направленія усилія съ направлениемъ оси образца и др. даютъ въ результатѣ испытанія не оцѣнку качества и обработки стали, а оцѣнку обстановки испытанія. И, къ сожалѣнію, на это мало обращается вниманія, почему современныя механическія испытанія стали даютъ очень часто противорѣчивые случайные результаты. Однообразіе въ производствѣ образцовъ для испытанія, чистота въ отдѣлкѣ ихъ и самомъ испытаніи такъ же необходимы, какъ однообразіе въ качествѣ стали, чистота и однообразіе въ обращеніи съ нею при термической и другихъ обработкахъ.

Закалкой и отпускомъ специальной стали механическія свойства ея могутъ мѣняться въ широкихъ предѣлахъ, что наглядно видно изъ слѣдующаго примѣра (табл. VI).

Таблица VI.

ОБРАБОТКА.	Испытаніе на разрывъ.	
	Предѣлъ упругости кгр./мм ² .	Сжатіе %.
1. Послѣ отжига	36,2	68,4
2. Послѣ закалки и от- пуска	200,0	32,5
3. Послѣ закалки и от- пуска	172,1	40,6

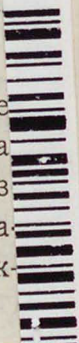
Приблизительно въ тѣхъ же предѣлахъ должны колебаться механическія свойства стали различныхъ частей автомобиля и аэроплана, въ зависимости отъ обстановки и условій службы ихъ. Тѣмъ не менѣе, ограничиться однимъ сортомъ стали для полученія изъ него всѣхъ нужныхъ частей соотвѣтствующаго качества не представляется возможнымъ и по слѣдующимъ соображеніямъ:

1. нѣтъ надобности примѣнять сталь съ высокимъ содержаніемъ углерода, хрома и никкеля тамъ, гдѣ въ этомъ нѣтъ необходимости, напр. въ случаяхъ издѣлій съ требованіемъ низкаго предѣла упругости отъ стали въ нихъ;

2. значительныя поперечныя сѣченія издѣлій требуютъ большаго содержанія въ стали ихъ углерода, хрома и никкеля, такъ какъ этимъ при закалкѣ обезпечивается по всему сѣченію почти одинаковое механическое состояніе (какъ результатъ одинаковой структуры);

3. въ случаяхъ поковокъ сложной формы необходимо отдавать предпочтеніе стали съ малыми содержаніями углерода, хрома и никкеля, такъ какъ при этомъ меньше риска получить трещины при ковкѣ и закалкѣ, особенно, если предѣлъ упругости стали ихъ послѣ всѣхъ обработокъ не долженъ быть высокимъ. Обращеніе съ такой сталью значительно легче, отчего получается значительная экономія времени;

4. содержаніе углерода въ специальной стали желательно доводить до возможнаго минимума, особенно въ стали, подвергаемой цементации. Это уменьшеніе углерода, однако, имѣетъ свой предѣлъ, опредѣляемый,



2017054284



съ одной стороны,—трудностью полученія въ стали, заключающей хромъ, очень низкаго содержанія С, а съ другой—массой издѣлія, размѣрами поперечнаго сѣченія его (см. п. 2-ой). Хотя пониженіе содержанія С и можетъ итти за счетъ повышенія содержанія хрома и никкеля, но не всегда послѣднее можетъ замѣнить первое безъ ущерба для дѣла;

5. особыя условія службы издѣлій (нагрѣваніе клапана) часто заставляютъ примѣнять сталь совершенно опредѣленныхъ соотношеній углерода, хрома и никкеля или другихъ примѣсей, гарантирующихъ послѣ соотвѣтствующей термической обработки неизмѣняемость механическихъ свойствъ при нагрѣваніи до температуръ, не выше опредѣленныхъ.

Такимъ образомъ, абсолютное содержаніе и соотношение въ стали углерода и отдѣльныхъ спеціальныхъ примѣсей зависятъ отъ цѣлаго ряда обстоятельствъ: отъ массы, формы и поперечныхъ сѣченій издѣлій; отъ условій службы ихъ; отъ тѣхъ или другихъ механическихъ свойствъ—въ зависимости отъ условій службы; отъ большей или меньшей легкости осуществленія операційковки и закалки; отъ большей или меньшей отвѣтственности издѣлій; отъ спеціальныхъ операцій, напр. цементации и др.

Въ однихъ случаяхъ приходится поступаться высокимъ предѣломъ упругости, чтобы обезпечить себѣ большую динамическую прочность, если послѣдняя имѣетъ существенное значеніе. Въ другихъ, когда условія службы издѣлія требуютъ высокаго предѣла упругости или большей твердости на поверхности (работа въ условіяхъ истиранія) приходится поступаться дина-

мической прочностью, т. е. довольствоваться меньшими значеніями въ стали сжатія поперечнаго сѣченія. Иногда и высокій предѣлъ упругости, и высокая динамическая прочность одинаково необходимы, тогда особую важность приобрѣтають тѣ операціи, которыми можно обезпечить стали издѣлія, а слѣдовательно—и самому издѣлію требуемая свойства.

Высокій предѣлъ упругости въ стали достигается закалкой и отпускомъ, и при правильномъ примѣненіи этихъ операцій—въ согласіи съ химическимъ составомъ стали и массой издѣлій—онъ всегда можетъ быть полученъ. Высокая степень динамической прочности, т. е. способность сопротивляться ударамъ, въ меньшей степени зависитъ отъ термической обработки и въ гораздо большей—отъ механической обработки стали въ горячемъ состояніи (прокатки,ковки, прессованія).

Сталь послѣ отливки термической обработкой нельзя привести въ состояніе высокой динамической прочности, и цифры сжатія въ 30—40%, какія можно получить для стали въ такомъ состояніи, надо считать предѣльными, и то при условіи низкихъ предѣловъ упругости. Всякое же поднятіе предѣла упругости стали послѣ отливки закалкой и отпускомъ сопровождается быстрымъ паденіемъ сжатія поперечнаго сѣченія. Механической обработкой (напр. ковкой) сталь приводится въ такое состояніе строенія, которое даетъ возможность при одновременномъ правильномъ примѣненіи другихъ операцій: отжига, закалки, отпуска, достигнуть сжатія поперечнаго сѣченія въ 65—70%, чего нельзя получить въ стали, механически необработанной.

Въ достиженіи большаго или меньшаго сжатія поперечнаго сѣченія и однородности динамической прочности въ разныхъ точкахъ издѣлія, имѣетъ значеніе степень механической обработки, т. е. отношеніе площади поперечнаго сѣченія слитка къ площади поперечнаго сѣченія заготовки или поковки, полученныхъ изъ этого слитка, а также приемы и методы механической обработки. Степень механической обработки должна быть не менѣе 3-хъ. Приемы работы должны вытекать не только изъ соображеній скорости, легкости и экономичности полученія требуемой формы заготовокъ или поковокъ, а изъ индивидуальныхъ особенностей слитка и стали. Съ этой точки зрѣнія имѣетъ очень большое значеніе полученіе аккуратныхъ поковокъ съ минимальными припусками, одинаковыми въ различныхъ частяхъ поковокъ. Равномѣрное снятіе незначительнаго количества матеріала съ поверхности при обработкѣ на станкахъ помимо другихъ имѣетъ еще одно большое преимущество: издѣліе не теряетъ въ прочности. Отъ него не отнимается лучшая въ механическомъ смыслѣ часть объема (поверхностный слой поковки получается изъ наружнаго, лучшаго въ отношеніи строенія и механическихъ качествъ, слоя слитка) и притомъ — отъ тѣхъ мѣстъ, которыя въ сопротивленіи принимаютъ наибольшее участіе и, слѣдовательно, должны быть наиболѣе прочными.

Механическія свойства хромониккелевой стали марокъ Э. 4, Э. 6, Э. 5, Э. 2 послѣ соотвѣтствующей термической обработки, согласованной съ индивидуальными особенностями тѣхъ издѣлій, для которыхъ онѣ примѣняются, должны колебаться въ извѣстныхъ предѣлахъ. Данныя о механическихъ свойствахъ ихъ приведены въ таблицѣ VII.

Таблица VII.

Механическія свойства стали.

Группа.	Марка стали.	Испытаніе на разрывъ.			Темпера- тура отпуска.
		Предѣлъ упругости	Временное сопротивл	Сжатіе	
		Кгр./мм ² .		‰.	
I.	Э. 4.	65—100	80—110	55—45	600—500
II.	Э. 6.	130—160	150—180	35—30	400—350
	Э. 5.	100—120	130—145	40—35	400—350
III.	Э. 2.	40— 65	50— 75	65—55	650—600

Механическія свойства стали въ издѣліяхъ могутъ отличаться отъ механическихъ свойствъ стали въ заготовкахъ тогда, когда издѣлія получаются изъ заготовокъ ковкой. Поэтому данныя таблицы могутъ отличаться отъ данныхъ испытанія поковокъ послѣ окончательной обработки, и главнымъ образомъ—въ отношеніи цифръ сжатія поперечнаго сѣченія: онѣ будутъ выше, если ковка произведена правильно, и ниже, если при ковкѣ не были примѣнены надлежащіе методы и приемы осуществленія этихъ операций.

V. Заключение.

Потребность въ спеціальной стали, вызванная требованіемъ высокой механической прочности отъ частей машинъ и механизмовъ, можетъ быть удовлетворена наиболѣе совершенно практически только при условіи существованія тѣснаго технического контакта между тѣми, кто производитъ сталь, и тѣми, кто ее потребляетъ и преобразуетъ въ издѣлія. Для этого необходимы: взаимное пониманіе и довѣріе, которыя могутъ появиться только послѣ того, какъ обѣ стороны сознаютъ, что разумное рѣшеніе техническихъ вопросовъ основано на объединеніи разнородныхъ техническихъ силъ въ обстановкѣ научно практического творчества.

Первыми указаніями по обращенію съ сортами хромо-никкелевой стали въ настоящемъ выпускѣ преслѣдуется цѣль установленія первой здоровой технической связи съ тѣми, кто интересуется этими сортами практически. Дальнѣйшая связь предполагается въ слѣдующихъ направленіяхъ:

1. въ тѣсномъ контактѣ спеціальныхъ опытныхъ инструкторовъ инженеровъ предприятия, изготовляющаго сталь, съ потребителемъ—для выясненія техническихъ деталей обращенія съ сталью и облегченія потребителю практического осуществленія его;

2. въ термической обработкѣ, по желанію потребителя, образцовыхъ издѣлій изъ указанныхъ сортовъ стали въ спеціальной мастерской завода, приспособ-

ленной для наиболѣе правильнаго выполненія этой задачи. (Потребитель изъ полученной стали готовить издѣлія и передаетъ ихъ заводу для приданія имъ тѣхъ свойствъ, которыя требуются условіями службы ихъ);

3. въ періодическомъ печатаніи и распространеніи выпусковъ—руководствъ по обращенію со сталью—по мѣрѣ накопленія матеріаловъ въ связи съ совершенствованіемъ техники, выясняющимися потребностями рынка и техническими затрудненіями потребителя.

Наиболѣе полнымъ и нагляднымъ выраженіемъ своихъ техническихъ нуждъ, затрудненій и сомнѣній потребитель можетъ только способствовать установленію и закрѣпленію необходимой технической связи.

Н. И. Бѣляевъ.

1917 годъ.

Декабрь.



АВТОМОБИЛЬНО - АЭРОПЛАННАЯ СТАЛЬ ЗАВОДА „ЭЛЕКТРОСТАЛЬ“.

Сорта стали, назначение ихъ, обращеніе съ ними и механическія свойства.

СОРТА СТАЛИ.					НАЗНАЧЕНІЕ СТАЛИ.		ОБРАЩЕНІЕ СО СТАЛЬЮ.						Механическія свойства стали.		
Группа.	Марка.	Химическій составъ.			Условія работы издѣлій.	ИЗДѢЛІЯ.	О ж и г ъ.		З а к а л к а.		Отпускъ.	Практическій предѣлъ упругости.	Временное сопротивленіе.	Сжатіе.	
		Углеродъ С.	Хромъ Сг.	Никель Ni.			Температура.	Скорость охлажденія.	Температура.	О х л а ж д е н і е.					Температура.
										Охлаждающая среда.	Издѣлія.	Кгр./мм.	%		
I.	Э. 4.	0,16—0,22	0,80—1,20	2,40—2,80	Значительныя напряженія и небольшое треніе.	Колѣнчатый валъ. Ведущій валъ. Заднія полуоси. Валики: главный валикъ рулевой коробки, валики коробки передачъ. Шпонки, отвѣтственные болты и др.	740—760°	35—40° въ часъ.	770—790°	Вода.	Простой формы съ равномернымъ распредѣленіемъ массы.	600—500°	65—100	80—110	55—45
II.	Э. 6.	0,26—0,32	1,50—1,90	3,60—4,00	Большое треніе при значительныхъ и незначительныхъ напряженіяхъ.	Колѣнчатые валы сложной формы. Шестерни. Зубчатые наборы. Червякъ рулевого механизма. Секторъ. Валики: палецъ поршня, валикъ конуснаго сцѣпленія, вертикальный валикъ передней оси, распредѣлительный валъ. Части распредѣлительнаго механизма. Клапанъ. Части кардана. Муфта конуснаго сцѣпленія. Тормазныя муфты. Скользунъ и др.	720—740°	20—25° въ часъ.	740—760°	Воздухъ.	Крупныя, сложной формы.	400—350°	130—160	150—180	35—30
	Э. 5.	0,11—0,17	1,00—1,40	3,60—4,00						Масло.	Мелкія.				
II.	Э. 2.	0,14—0,20	0,30—0,50	1,60—2,00	Незначительныя напряженія при отсутствіи тренія. Большое число повторныхъ напряженій. Условія весьма отвѣтственной работы.	Передняя ось. Шейка передней оси. Шатунъ. Отвѣтственные тяги и рычаги. Хомутъ центрального тормоза. Втулка пропеллера. Нѣкоторыя части распредѣлительнаго механизма: поводки, тяги, опоры коромыселъ. Шпильки, болты и др.	750—770°	55—60° въ часъ.	780—800°	Вода.	Крупныя.	650—600°	40—65	50—75	65—55
				Масло.						Мелкія.					
Примѣчанія.	Марка Э. 5. предназначена для цементации.	Содержаніе фосфора и сѣры не болѣе 0,025 %.			Изъ двухъ сортовъ стали II группы: а) Э. 6 рекомендуется преимущественно для частей сложной формы и испытывающихъ значительныя напряженія; б) Э. 5 рекомендуется для частей простой формы и испытывающихъ незначительныя напряженія.		Сталь должна охлаждаться со скоростями, указанными въ таблицѣ до темпер. 500—400°. Далѣе она можетъ охлаждаться быстро, наиримѣръ, на воздухъ.		Послѣ цементации содержаніе углерода въ стали Э. 5 не должно превышать 0,5—0,6 %. Температура охлаждающей среды можетъ колебаться въ предѣлахъ 15—25°.		Охлажденіе послѣ отпуска въ водѣ или на воздухъ.		Цифры сжатія при испытаніи поковокъ могутъ отличаться отъ приведенныхъ въ таблицѣ въ зависимости отъ ковки, вырѣзанія образцовъ онѣ могутъ быть выше и ниже.		



МОСКОВСКОЕ
АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО
„ЭЛЕКТРОСТАЛЬ“

Основной капиталъ 6.000.000 руб.

ЗАВОДЪ
инструментальной быстрорѣзущей,
ХРОМО-НИККЕЛЕВОЙ
и другой специальной стали.

ПРАВЛЕНІЕ:

Москва, Варварская площадь, Дѣловой Дворъ,
подъездъ № 8.

Телефоны:	{	Правленіе	2-38-01.
		Секретаріатъ	2-38-16.
		Отдѣлъ Продажи	3-42-00.