

Металлографические образцы 25

Состав набора

Образец №01
«Железная руда»

Образец №02
«Сталь 20 конструкционная углеродистая качественная»

Образец №03
«Сталь 45 конструкционная углеродистая качественная»

Образец №04
«Сталь 65 конструкционная рессорно-пружинная»

Образец №05
«Сталь инструментальная углеродистая У8»

Образец №06
«Сталь инструментальная углеродистая У12»

Образец №07
«Доэвтектический белый чугун»

Образец №08
«Эвтектический белый чугун»

Образец №09
«Заэвтектический белый чугун»

Образец №11
«Сталь углеродистая У8 (быстрое охлаждение)»

Образец №12
«Конструкционная сталь марки 65Г (верхний бейнит)»

Образец №13
«Конструкционная сталь марки 65Г (нижний бейнит)»

Образец №16
«Конструкционная сталь марки 45»

Образец №17
«Конструкционная сталь марки 10»

Образец №22
«Борированная сталь марки 45»

Образец №24
«Быстрорежущая сталь (без закалки)»

Образец №28
«Нержавеющая сталь»

Образец №33
«Серый чугун»

Образец №35
«Ферритный высокопрочный чугун»

Образец №38
«Алюминий»

Образец №41
«Латунь Л62»

Образец №42
«Бронза»

Образец №44
«Сплав олова»

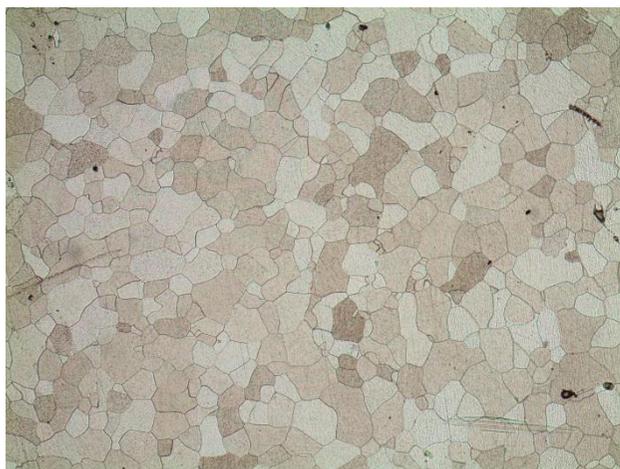
Образец №45
«Сплав цинка»

Образец №49
«Феррито-перлитный высокопрочный чугун»

Образец №01

Железная руда

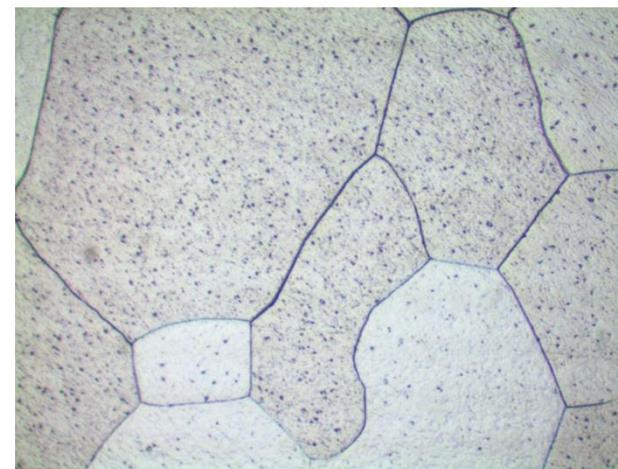
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: в промышленности железо получают из железной руды. Существуют различные способы извлечения железа из руд. Наиболее распространённым является доменный процесс. Для получения технического железа используют процесс прямого восстановления. В этом случае предварительно измельчённую руду смешивают с особой глиной, формируя окатыши. Окатыши обжигают и обрабатывают в шахтной печи горячими продуктами конверсии метана, содержащими водород. Водород легко восстанавливает железо, при этом не происходит загрязнения железа такими примесями, как сера и фосфор — обычными примесями в каменном угле. Железо получается в твёрдом виде и в дальнейшем переплавляется в электрических печах.

Состав: техническое железо содержит примесей от 0,08–0,16%, в том числе углерода не более 0,02%, марганца 0,035%, кремния 0,05%, фосфора 0,015%, серы 0,025%, меди 0,05%.

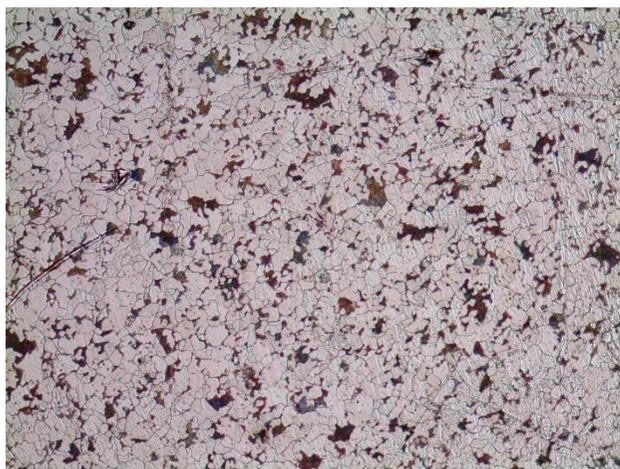
Особенности структуры: феррит (твёрдый раствор углерода в $Fe\alpha$).

Применение: технически чистое железо устойчиво к коррозии, обладает повышенной электропроводностью и очень высокой пластичностью, является главным компонентом большинства магнитных материалов, применяется для изготовления сердечников электромагнитов, деталей реле, для производства сплавов.

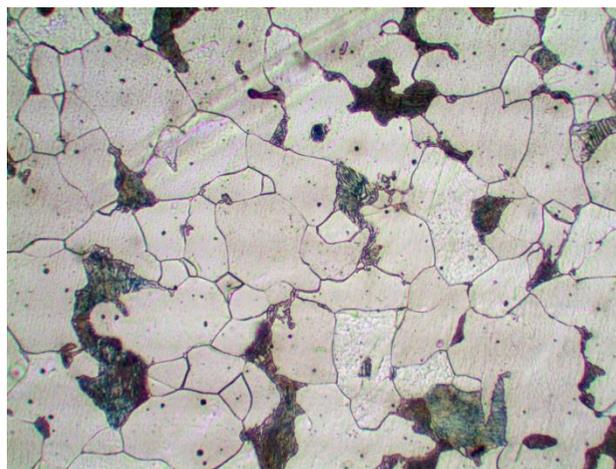
Образец №02

Сталь 20 конструкционная углеродистая качественная

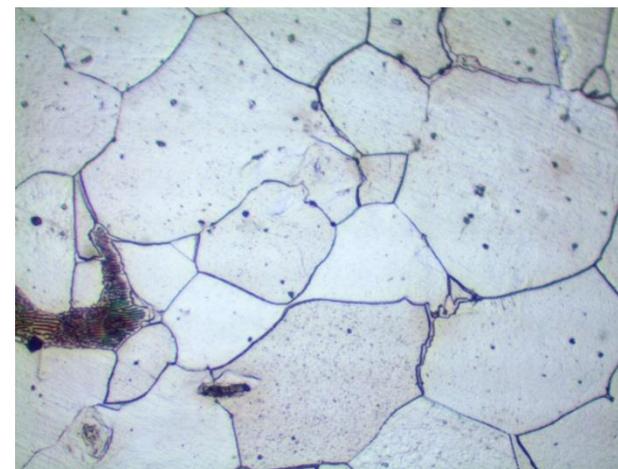
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: структура разноструктурная, что говорит о неравномерной скорости охлаждения металла после пластической деформации (прокатки или штамповки).

Состав: содержание углерода 0,17 - 0,24 %, марганца 0,35 - 0,65%, кремния 0,17 - 0,37 %, серы не более 0,04 %, фосфора не более 0,035 % (ГОСТ 1050 88).

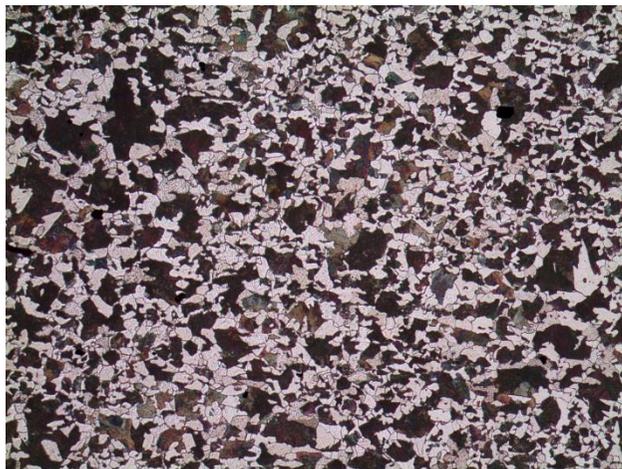
Особенности структуры: структура доэвтектоидная - феррит (твердый раствор углерода в Fe α) светлые зерна и пластинчатый перлит (эвтектоидная механическая смесь двух фаз феррита и цементита) темные зерна. Цементит – химическое соединение железа с углеродом (Fe $_3$ C). При большем увеличении внутри зерен феррита видно присутствие отдельных включений цементита (темные точки).

Применение: применяется для изготовления листового и сортового проката. Широко применяется в котлостроении, для труб и нагревательных трубопроводов различного назначения. После нормализации или без термообработки крюки кранов, муфты, вкладыши подшипников патрубков, штуцера, вилки, болты, фланцы, корпуса аппаратов и другие детали, работающие при температуре от -40 до 450 °С. После химико-термической обработки цементации (насыщения поверхности заготовки углеродом) или цианирования (насыщение поверхности заготовки углеродом и азотом) - детали от которых требуется высокая твердость поверхности и невысокая прочность сердцевины (оси, крепежные детали, пальцы, звездочки, шестерни, червяки т.п.).

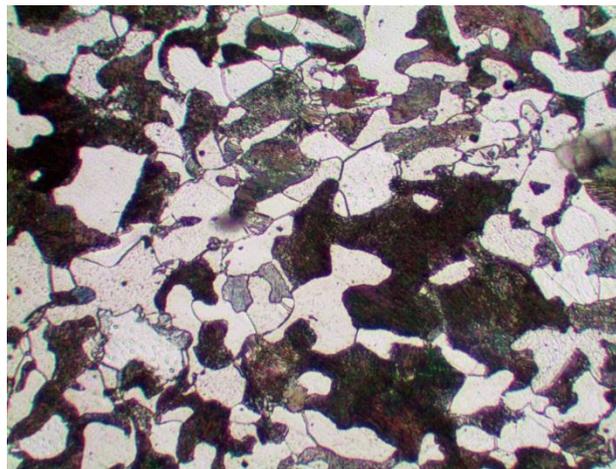
Образец №03

Сталь 45 конструкционная углеродистая качественная

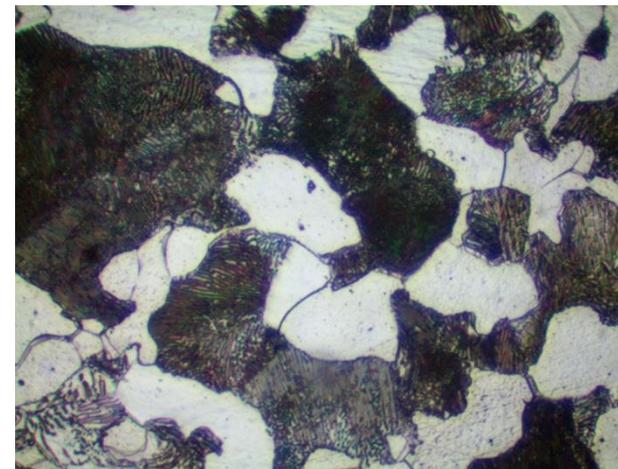
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: металл после горячей пластической деформации без термической обработки.

Состав: содержание углерода 0,42-0,50 %, марганца 0,05 -0,80%, кремния 0,17-0,37 %, серы не более 0,04 %, фосфора не более 0,035 % (ГОСТ 1050 88).

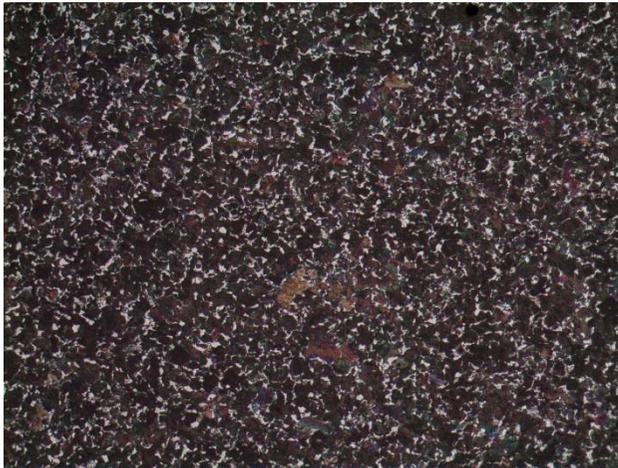
Особенности структуры: структура доэвтектоидная. Состоит из пластинчатого перлита и феррита (примерно по 50 % каждой составляющей).

Применение: для изготовления листового и сортового проката. Для изготовления вал-шестерней, коленчатых и распределительных валов, шестерен, шпинделей, бандажей, цилиндров, кулачков, роликов, валиков, цапф, фрикционных дисков и т.д. В зависимости от назначения изделий применяют следующие виды термической обработки: нормализацию, улучшение (закалка и высокий отпуск), поверхностную закалку.

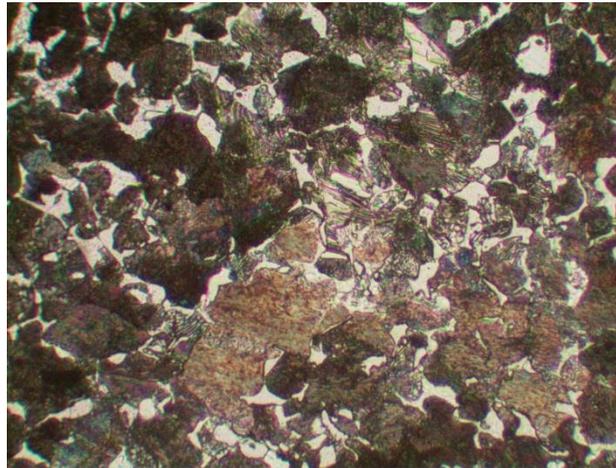
Образец №04

Сталь 65 конструкционная рессорно-пружинная

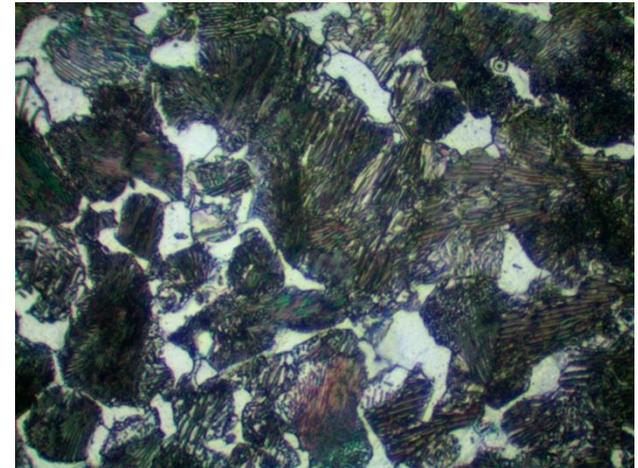
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: сталь после отжига – нагрева до 830 – 850 °С и медленного охлаждения с печью.

Состав: содержание углерода 0,62-0,70 %, марганца 0,5 -0,8%, кремния 0,17-0,37 %, серы не более 0,035 %, фосфора не более 0,035 % (ГОСТ 1050 88).

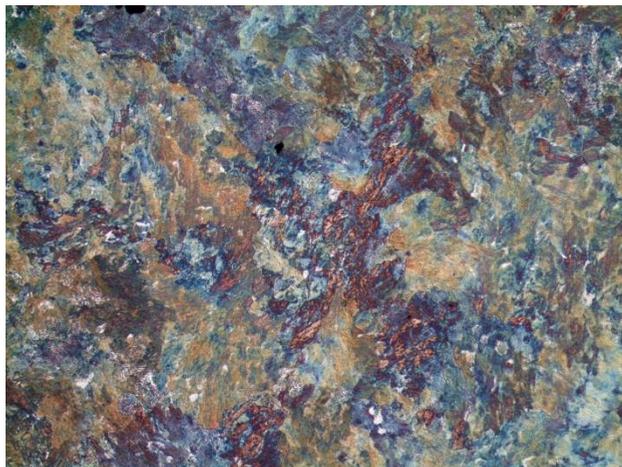
Особенности структуры: структура доэвтектоидная - пластинчатый перлит и феррит (светлые зерна).

Применение: для изготовления рессор, пружин замковых шайб, прокатных валков и других деталей, от которых требуются повышенные прочностные и упругие свойства, износостойкость.

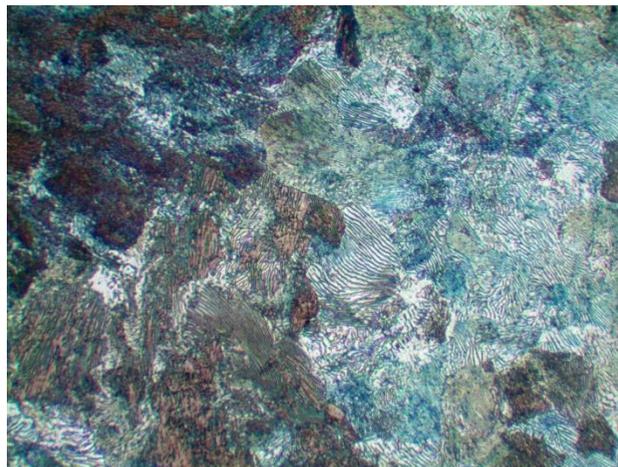
Образец №05

Сталь инструментальная углеродистая У8

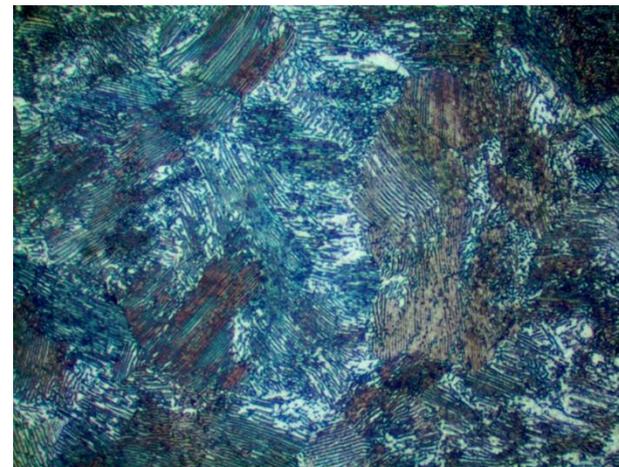
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: сталь после нормализации – нагрева до 780-800°C и охлаждения на воздухе.

Состав: содержание углерода 0,76-0,83 %, марганца 0,17 -0,33%, кремния 0,17-0,33 %, серы не более 0,030 %, фосфора не более 0,030 %.

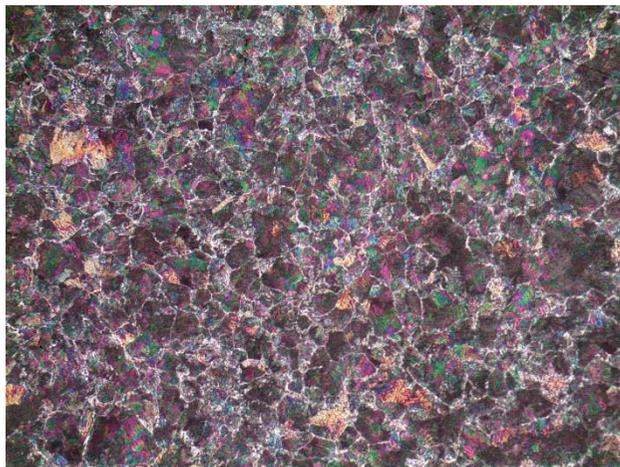
Особенности структуры: эвтектоидная - пластинчатый перлит.

Применение: для инструмента, работающего в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: фрез, зенковок, топоров, стамесок, долот, пил продольных и дисковых, накатных роликов, кернеров, отверток, комбинированных плоскогубцев, боковых кусачек др. Окончательная термическая обработка изделий – закалка в воде от 780-810°C и низкий отпуск 180-200°C.

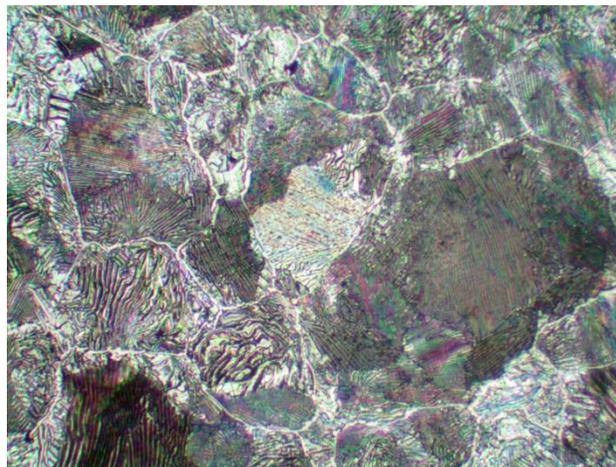
Образец №06

Сталь инструментальная углеродистая У12

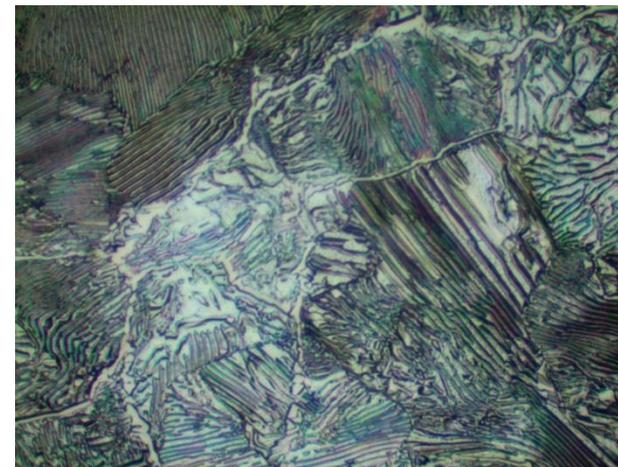
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: медленное охлаждение стали.

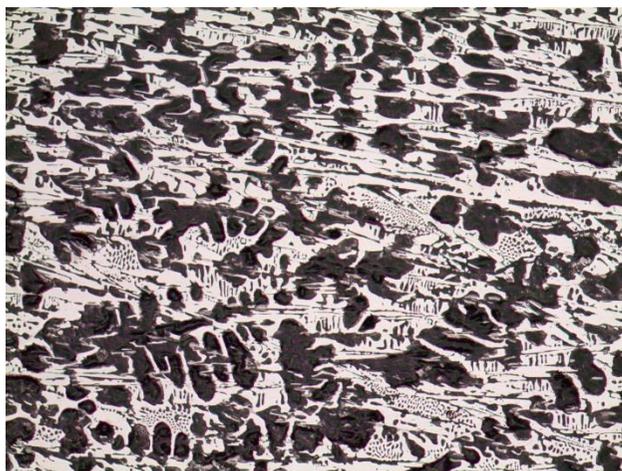
Состав: содержание углерода 1,16-1,23 %, марганца 0,17 -0,33%, кремния 0,17-0,33 %, серы не более 0,030 %, фосфора не более 0,030 % .

Особенности структуры: структура заэвтектоидная - пластинчатый перлит и цементит в виде сетки по границам зерен.

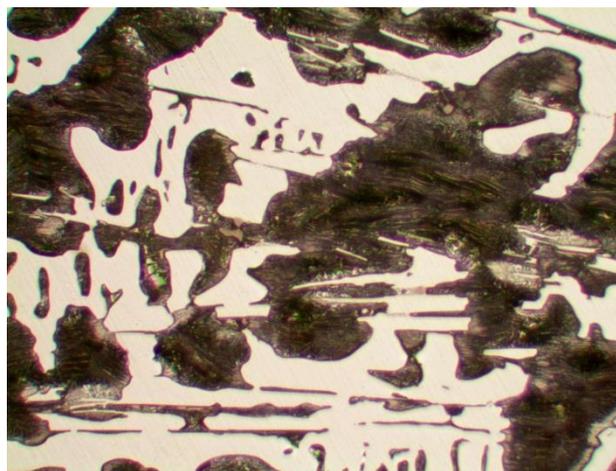
Применение: для режущего инструмента, работающего в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: метчики ручные, метчики машинные мелкоразмерные, плашки, развертки мелкоразмерные, надфили, фрезы и пр. Измерительный инструмент простой формы: гладкие калибры, скобы и др. Окончательная термическая обработка изделий – закалка и низкий отпуск.

Доэвтектический белый чугун

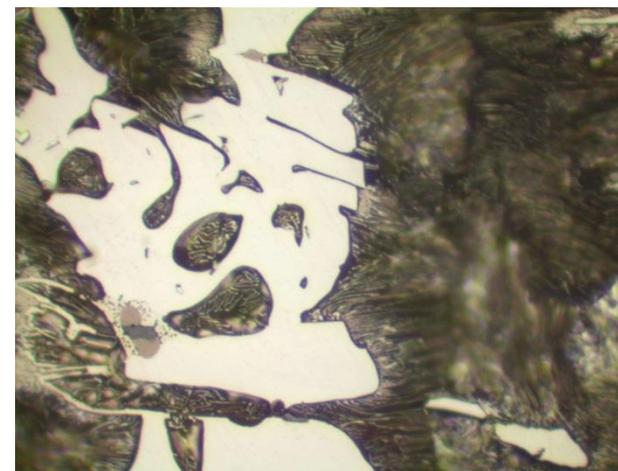
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: содержание углерода в доэвтектическом чугуне от 2,14% до 4,3%. При затвердевании доэвтектического чугуна в начале выделяется аустенит (Fe γ). При температуре 1147°C из оставшейся жидкости образуется ледеburит – эвтектическая смесь аустенита и цементита (Fe $_3$ C). При дальнейшем охлаждении до температуры 727 °C в результате уменьшения растворимости углерода в аустените, происходит частичный распад аустенита: первичных кристаллов, выделившихся из жидкости, и аустенита, входящего в ледеburит. Этот распад заключается в выделении кристаллов вторичного цементита и в уменьшении содержания углерода в аустените. По достижении температуры 727°C, аустенит, обедненный углеродом до эвтектоидного состава (0,8 % C), превращается в перлит.

Состав: используют их преимущественно как полупродукт для переработки в сталь (передельные чугуны содержат (%): углерода 3,5—4; кремния 0,3—1,5, марганца 1,5—3,5; фосфора 0,15—0,3, серы 0,03—0,07; остальное — железо) и для получения ковких чугунов.

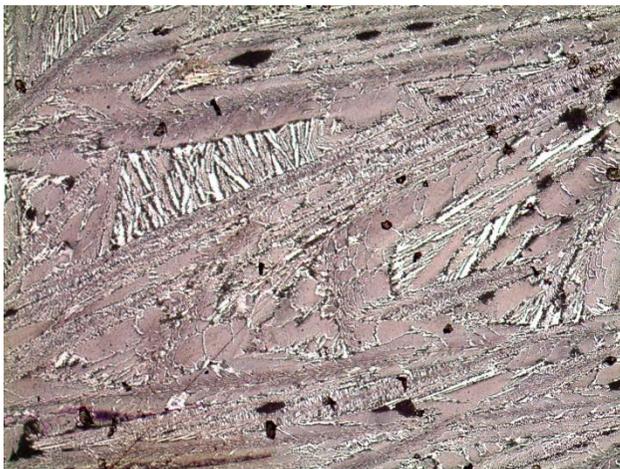
Особенности структуры: доэвтектические белые чугуны после окончательного охлаждения имеют структуру перлита темные участки, пестрой эвтектики ледеburита (перлит + цементит) и вторичного цементита.

Применение: белые чугуны редко используются в промышленности в качестве конструкционных материалов, так как из-за большого содержания цементита очень хрупкие и твердые, с трудом отливаются и обрабатываются инструментом. Из них делают детали гидромашин, пескометов, шары для мельниц и других конструкций, работающие в условиях повышенного абразивного изнашивания. Для увеличения износостойкости белые чугуны легируют хромом, ванадием, молибденом и другими карбидообразующими элементами. Маркировка белых чугунов не установлена.

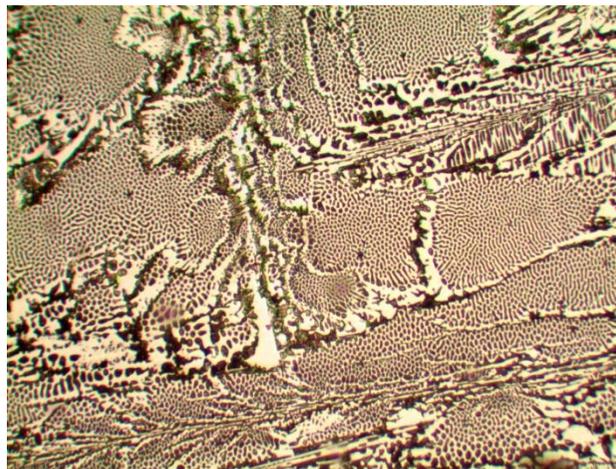
Образец №08

Эвтектический белый чугун

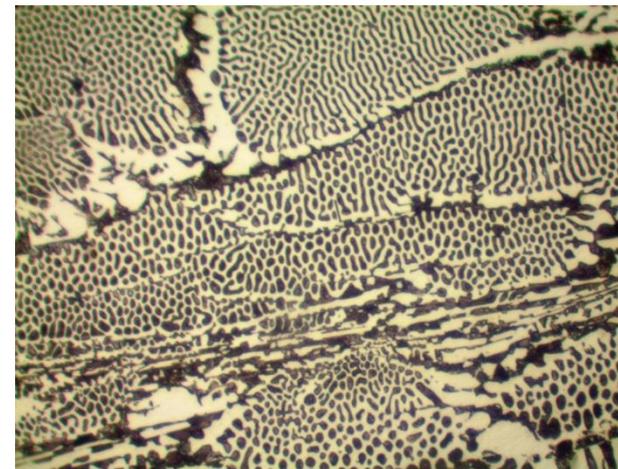
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: в эвтектическом белом чугуне 4,3 % С. Эвтектический чугун состоит из ледобурита (эвтектическая смесь аустенита и цементита (Fe_3C)), который образуется из жидкого чугуна при температуре 1147°C. При температуре 727 °С происходит аустенита ледобурита превращается в перлит.

Состав: химический состав передельного чугуна П1 ГОСТ 805-95: С углерод 4,2-4,6%; Si кремний 0,5-0,9%; Mn марганец 0,5-1,5%; S сера 0,015-0,045%; P фосфор 0,08-0,12%.

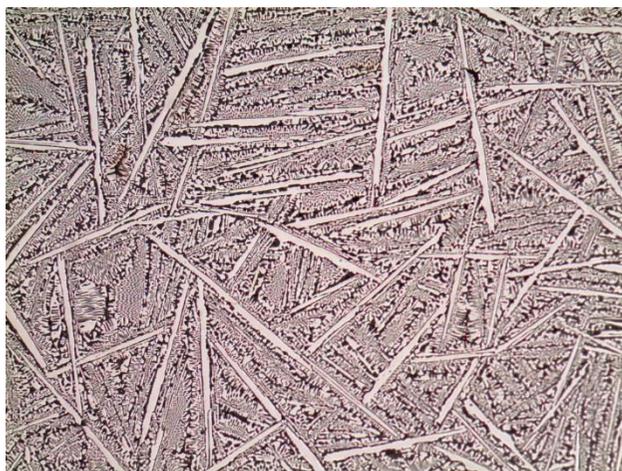
Особенности структуры: микроструктура - ледобурит (перлит и цементит).

Применение: используется для переработки в сталь.

Образец №09

Заэвтектический белый чугун

Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: в заэвтектических белых чугунах при температурах ниже 727 °С структура состоит из первичного цементита, который образовался при кристаллизации чугуна – светлые иглы и ледебурита (перлита и цементита). При затвердевании заэвтектического чугуна в начале выделяется цементит (Fe₃C), а при температуре 1147°С из оставшейся жидкой фазы образуется ледебурит – эвтектическая смесь аустенита (Fe_γ) и цементита (Fe₃C). При температуре 727 °С аустенит ледебурита превращается в перлит-механическую смесь феррита (твёрдый раствор углерода в Fe_α) и цементита (Fe₃C).

Состав: содержание углерода в заэвтектическом чугуне более 4,3% и менее 6,67.

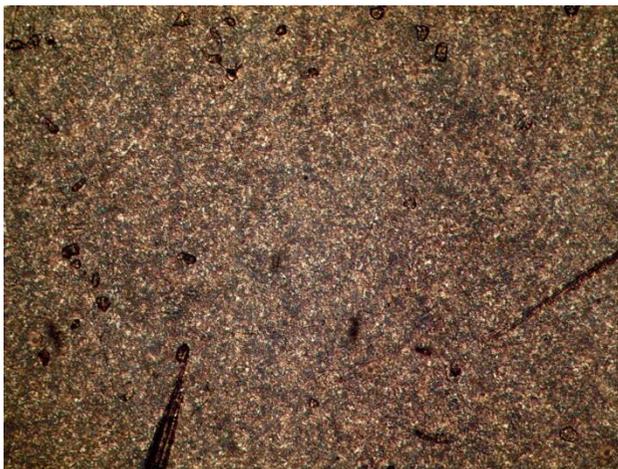
Особенности структуры: данная микроструктура, состоит из первичного цементита, который образовался при кристаллизации чугуна – светлые иглы и ледебурита, представляющего смесь перлита и цементита.

Применение: заэвтектический белый чугун имеет высокую твердость и хрупкость, поэтому промышленности не используется.

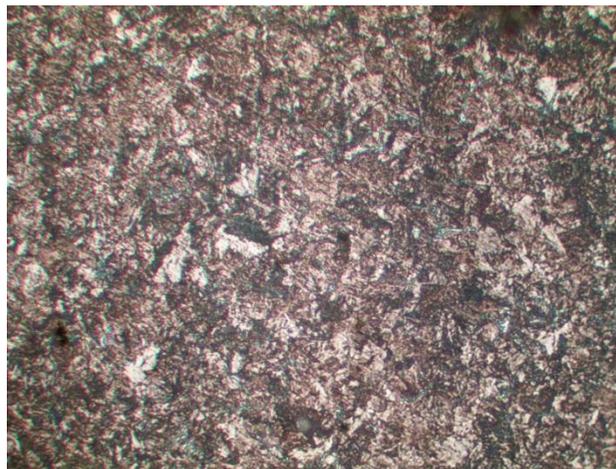
Образец №11

Сталь углеродистая У8 (быстрое охлаждение)

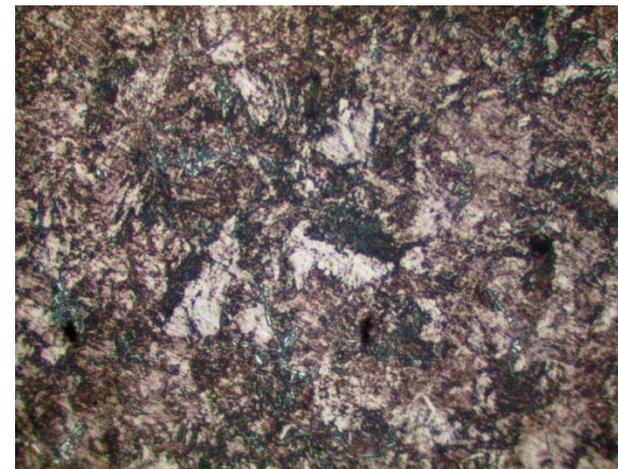
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: сталь после закалки– нагрева до 780-800°С и охлаждения в воде.

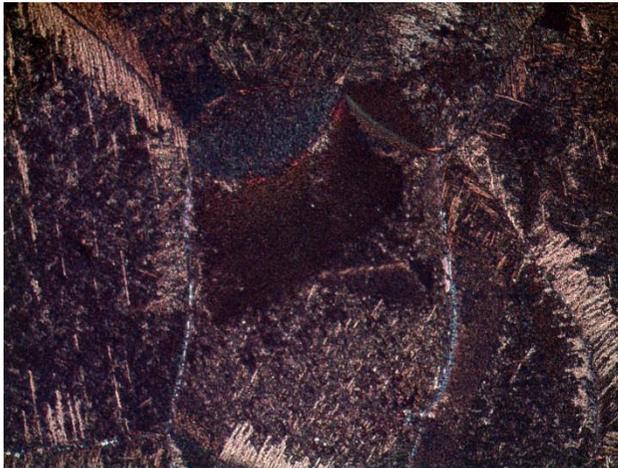
Состав: содержание углерода 0,76-0,83 %, марганца 0,17 -0,33%, кремния 0,17-0,33 %, не более 0,030 % серы, фосфора не более 0,030 % (1435-74) ГОСТ.

Особенности структуры: структура состоит из мартенсита (пересыщенный раствор углерода в Fe α) и троостита (мельчайшая смесь феррита и цементита).

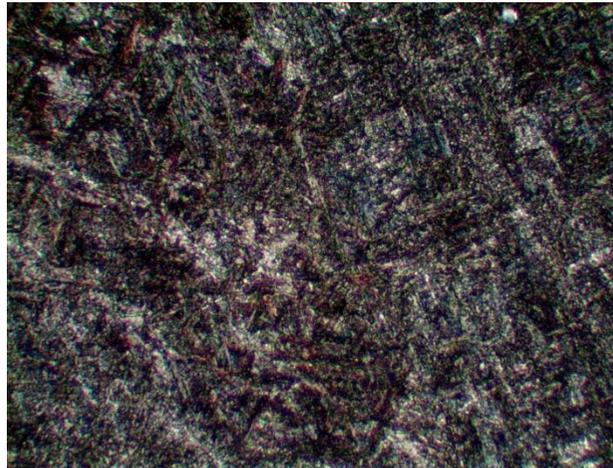
Применение: для инструмента, работающего в условиях, не вызывающих разогрева режущей кромки: фрез, зенковок, топоров, стамесок, долот, пил продольных и дисковых, накатных роликов, кернеров, отверток, комбинированных плоскогубцев, боковых кусачек др. Окончательная термическая обработка изделий – закалка и низкий отпуск.

Конструкционная сталь марки 65Г (верхний бейнит)

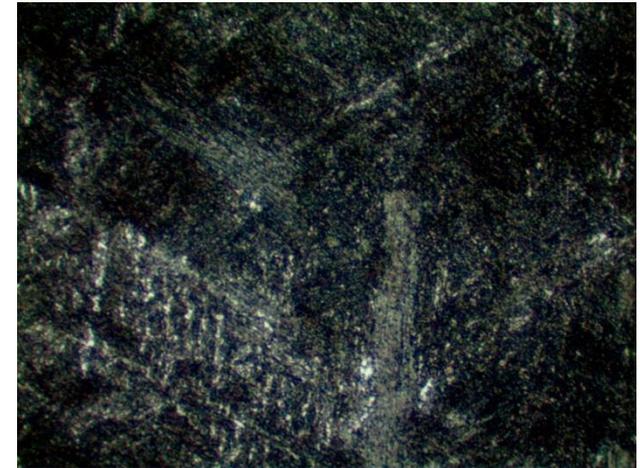
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: образование бейнита происходит при температурах, находящихся между областями перлитно-мартенситного превращения, когда диффузия атомов железа еще весьма замедлена, а диффузия атомов углерода протекает сравнительно быстро. Поэтому кинетика промежуточного превращения и образующаяся структура имеют особенности диффузионного перлитного превращения, а также бездиффузионного мартенситного превращения.

Состав: механизм промежуточного превращения сводится к следующему. Первоначально в пределах зерен аустенита происходит диффузионное перераспределение концентрации атомов углерода, что приводит к образованию объемов аустенита, обедненных и обогащенных углеродом.

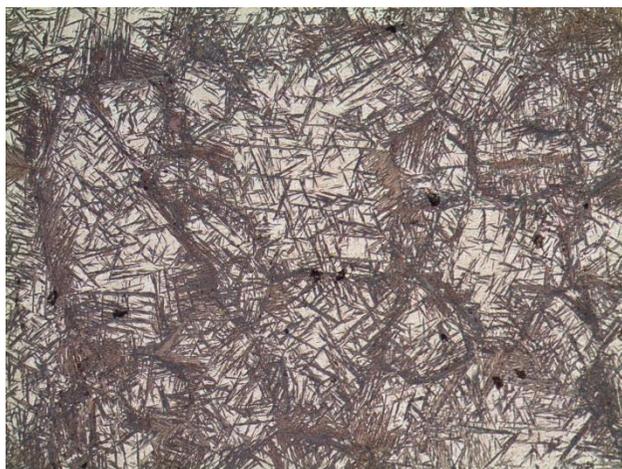
Особенности структуры: участки аустенита, обедненные углеродом, претерпевают бездиффузионное превращение $Fe\gamma \rightarrow Fe\alpha$. В результате этого образуется низкоуглеродистый мартенсит. Из участков аустенита обогащенных углеродом, выделяются частички цементита (Fe_3C), а затем аустенит, обедненный в этих участках углеродом, также диффузионным путем превращается в низкоуглеродистый мартенсит. Таким образом, в результате промежуточного превращения образуется структура, состоящая из низкоуглеродистого мартенсита и частиц цементита (карбидов). Такая структура получила название бейнит.

Применение: содержание углерода 0,62-0,70 %, марганца 0,5 -0,8%, кремния 0,17-0,37 %, не более 0,035 % серы, фосфора не более 0,035 % (ГОСТ 1050 88). Верхний бейнит образующийся при 500 – 350 °С, под микроскопом имеет вид перистых зерен частицы карбидов в нем представляют изолированные удлиненные частицы, расположенные по границам кристаллов. Верхний бейнит менее пластичный по сравнению с продуктами распада аустенита в перлитной области.

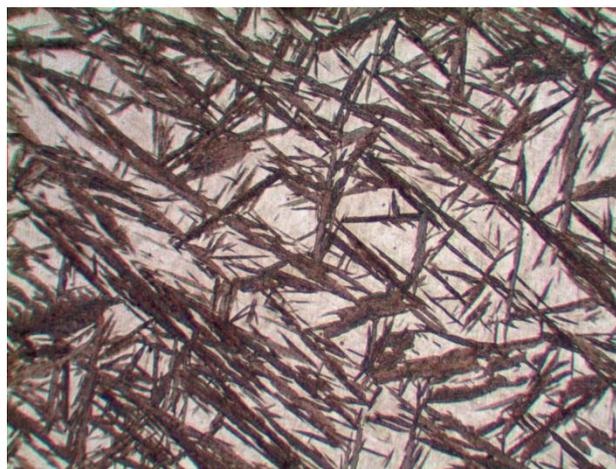
Образец №13

Конструкционная сталь марки 65Г (нижний бейнит)

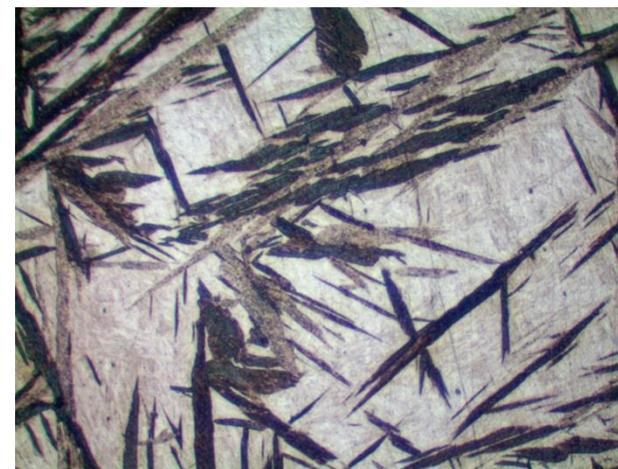
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: структура стали получена после ускоренного охлаждения со скоростью меньше критической (при температуре 350 - 250 °С), т. е. недостаточной для получения чистого мартенсита.

Состав: содержание углерода 0,62-0,70 %, марганца 0,5 -0,8%, кремния 0,17-0,37 %, не более 0,035 % серы, фосфора не более 0,035 % (ГОСТ 1050 88).

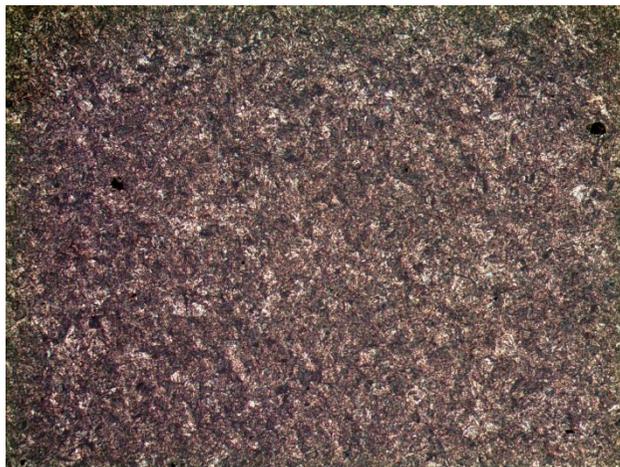
Особенности структуры: микроструктура имеет игольчатое строение, которая похожа на мартенсит низкоуглеродистой стали. Карбидные частицы в нижнем бейните располагаются внутри пластинок (игл) α -фазы мартенсита. Нижний бейнит образуется при температуре 350 - 250 °С, имеет пластинчатое (игольчатое) строение, похож на мартенсит низкоуглеродистой стали. Карбидные частицы в нижнем бейните располагаются внутри пластинок (игл) α -фазы мартенсита. Нижний бейнит по сравнению с продуктами распада аустенита в перлитной области (сорбит, троостит) имеет более высокую твердость и прочность при повышенном сопротивлении разрушению.

Применение: сталь применяется для изготовления рессор, пружин замковых шайб, прокатных валков и других деталей, от которых требуются повышенные прочностные и упругие свойства, износостойкость.

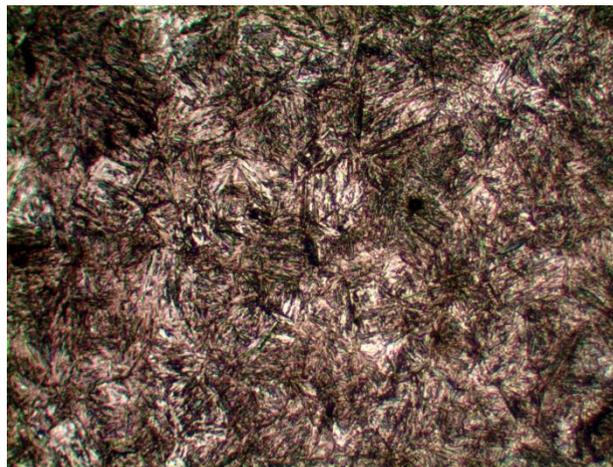
Образец №16

Конструкционная сталь марки 45

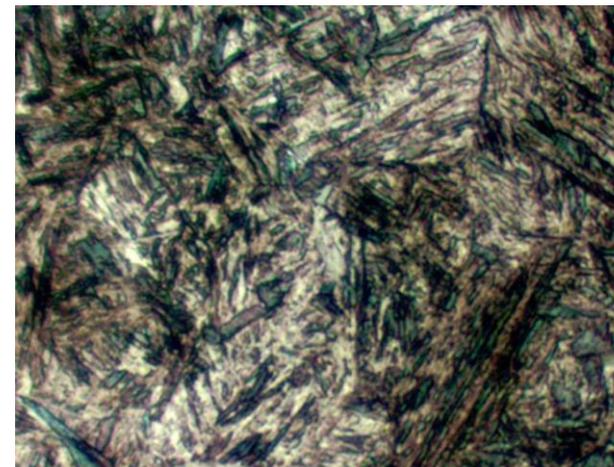
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: сталь после закалки - нагрева до температуры 830-850°C выдержки и охлаждения в воде или масле.

Состав: содержание углерода 0,42-0,50 %, марганца 0,05 -0,80%, кремния 0,17-0,37 %, не более 0,04 % серы, фосфора не более 0,035 % (ГОСТ 1050 88).

Особенности структуры: структура – игольчатый мартенсит.

Применение: Конструкционная сталь 45 используется для изготовления элементов с повышенной прочностью - коленчатых и распределительных валов, шестерней, шпинделей. Изделия после закалки должны пройти высокий отпуск.

Образец №17

Конструкционная сталь марки 10

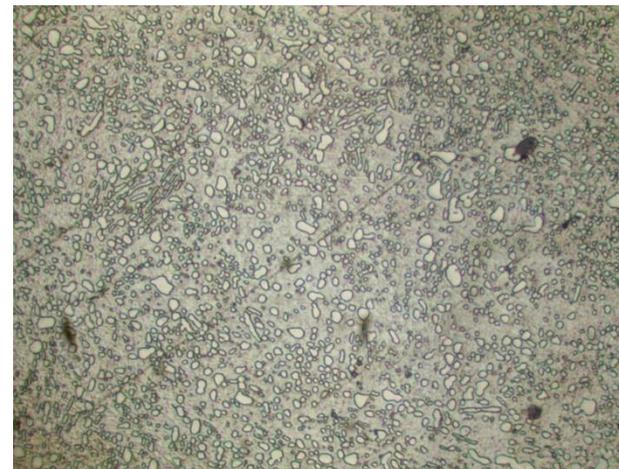
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: сталь после отжига – нагрева до температуры 750-770°C, выдержки и медленного охлаждения с печью.

Состав: содержание углерода 0,96-1,03%, марганца 0,17 -0,33%, кремния 0,17-0,33 %, не более 0,030 % серы, фосфора не более 0,030 %

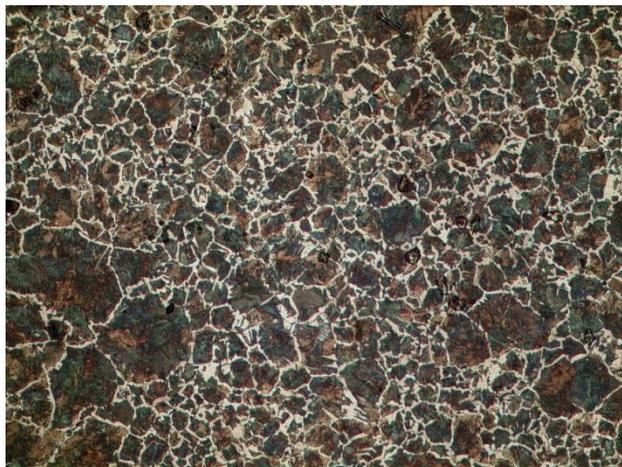
Особенности структуры: представленная микроструктура – зернистый перлит или псевдоперлит.

Применение: штамповки, поковки, трубопроводы котлов высокого давления и другие детали с весьма длительным сроком службы при температурах до 350 град.

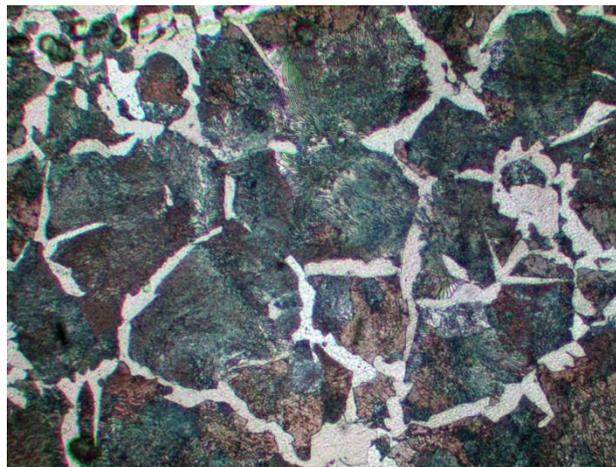
Образец №22

Борированная сталь марки 45

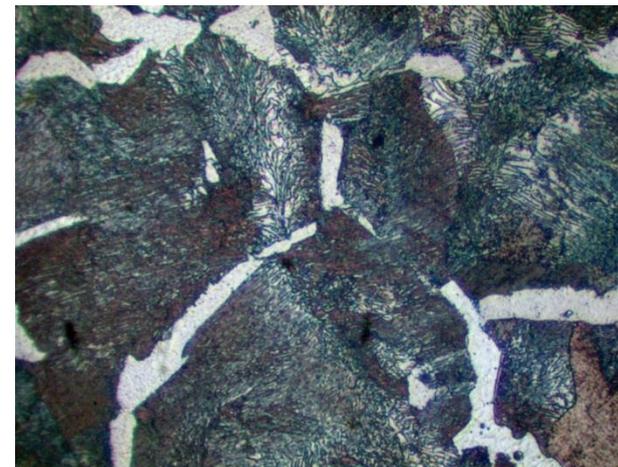
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: борирование, т.е. насыщение поверхностного слоя бором, создает высокую твердость, износостойкость и устойчивость против коррозии в различных средах.

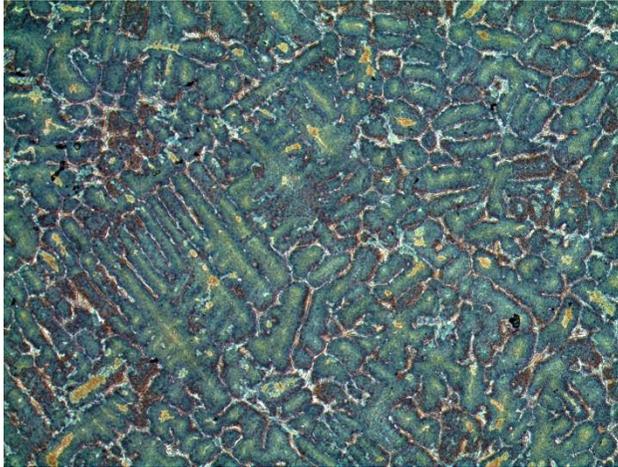
Состав: борированный слой на поверхности состоит из боридов FeB и ниже из боридов Fe_2B и α -твердого раствора.

Особенности структуры: структура представлена неравномерными зёрнами перлита, вокруг которых образовалась грубая сетка феррита. Обычно такая структура получается после горячейковки при замедленном охлаждении металла.

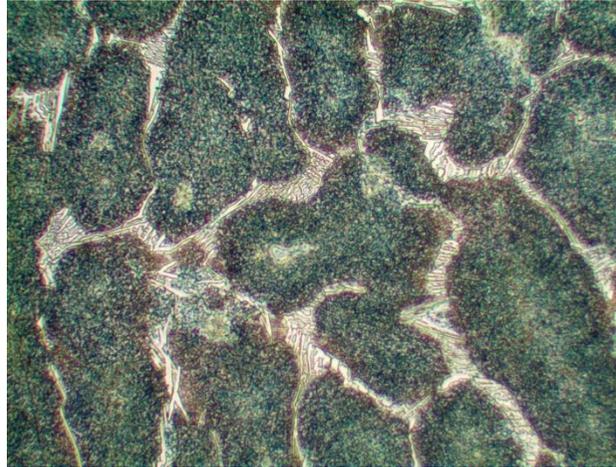
Применение: борирование применяют для повышения износостойкости втулок грязевых нефтяных насосов, гибочных и формовочных штампов, деталей прессформ, машин для литья под давлением и др. Стойкость указанных деталей после борирования возрастает в 2-6 раз.

Быстрорежущая сталь (без закалки)

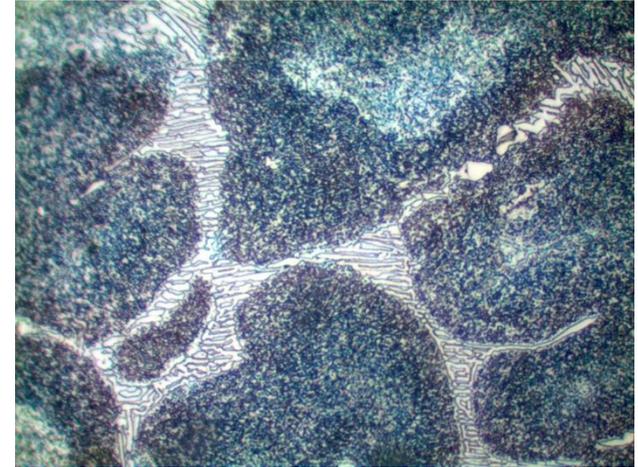
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: литая сталь после отжига – нагрева до 860-880 °С, выдержки и медленного охлаждения.

Состав: наиболее широко применяемые быстрорежущие стали –Р-18 (углерод 0,7-0,8%, хром – 3,8-4,4%, вольфрам – 17 -18,5%, ванадий 1,0-1,4%, молибден до 1,0%) и Р6М5- (углерод 0,8-0,88%, хром – 3,8-4,4%, вольфрам –5,5-6,5%, ванадий 1,7-2,1%, молибден до 5,0-5,5%). Быстрорежущие стали относятся к карбидному (ледебуритному) классу, т.к. почти весь углерод связан в карбиды с легирующими элементами.

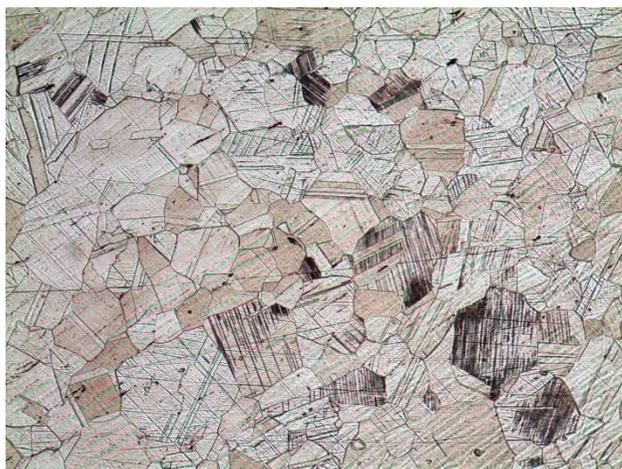
Особенности структуры: микроструктура - зернистый перлит и выделившаяся при затвердевании по границам зерен эвтектика, состоящая из карбидов легирующих элементов, напоминающая ледебурит.

Применение: быстрорежущие стали обладают высокой теплостойкостью, т.е. способностью сохранять мартенситную структуру и соответственно высокую твердость, прочность и износостойкость при нагреве до 600-620°С. Основными легирующими элементами, обеспечивающими теплостойкость быстрорежущих сталей, являются вольфрам, молибден, ванадий, кобальт. Из этих сталей изготавливают сверла, зенкеры, развертки, фрезы, долбяки, протяжки, пилы, токарные резцы и другой инструмент. Для придания стали теплостойкости инструменты подвергают закалке многократному отпуску.

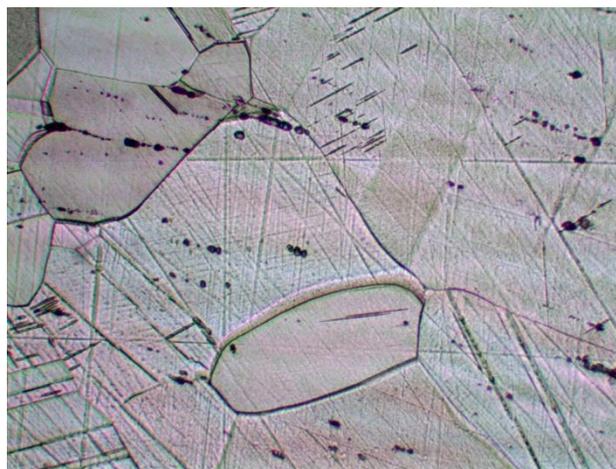
Образец №28

Нержавеющая сталь

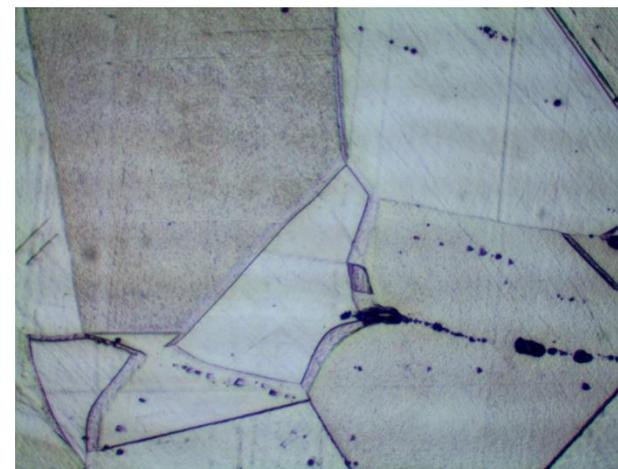
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: термическая обработка для хромоникелевых коррозионностойких сталей заключается в закалке от температуры около 1100°C в воде без отпуска. Высокая температура при закалке необходима для растворения карбидов и получения структуры однородного аустенита.

Состав: хромоникелевые коррозионностойкие стали обычно содержат 18% хрома и 9-12% никеля. Введение в сталь титана (0,3- 0,7%) исключает возможность образования карбидов хрома и снижения его концентрации в аустените. Уменьшение хрома в аустените резко снижает сопротивление межкристаллитной коррозии.

Особенности структуры: структура состоит из зерен аустенита – типичная структура хромоникелевых коррозионностойких сталей типа X18H10T.

Применение: хромоникелевые коррозионностойкие стали полностью устойчивы в пресной и морской воде, в органических растворах, в азотной и серной кислотах и ряде других агрессивных сред. Они широко применяются в химической, пищевой (емкости, трубопроводы и т.п.), металлургической промышленности, в холодильной и криогенной технике (сосуды для хранения жидких газов, корпусов, адсорберов ацетилена, деталей центробежных машин и т.д.) и других областях народного хозяйства.

Образец №33

Серый чугун

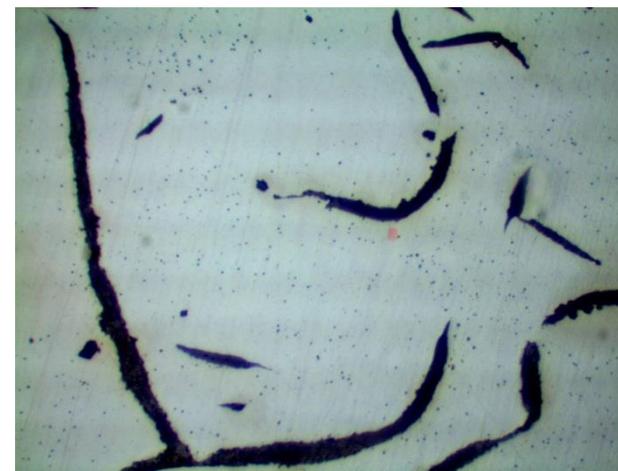
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: чугуны выплавляют в доменных печах, вагранках и электропечах.

Состав: серый чугун представляет собой сплав Fe - Si - C, содержащий в качестве неизбежных примесей Mn, P, S. Как правило, содержание углерода в серых чугунах составляет 2,4-3,8%. Кремний, содержание которого в сером чугуне чаще всего находится в пределах 1,2 -3,5%, оказывает большое влияние на строение, а, следовательно, и на свойства чугунов.

Кремний способствует процессу графитизации, действует в том же направлении, что и замедление скорости охлаждения. Изменяя, с одной стороны, содержание углерода и кремния и, с другой – скорость охлаждения, можно получать различную структуру металлической основы чугуна. В зависимости от содержания углерода, связанного в цементит, различают:

а. Перлитный серый чугун, структура его – перлит и пластинчатый графит. В этом чугуне 0,7-0,8 % углерода находится в виде Fe_3C , входящего в состав перлита.

б. Феррито - перлитный серый чугун, структура его – перлит, феррит и пластинчатый графит. В этом чугуне в зависимости от степени распада цементита в связанном состоянии находится от 0,7 до 0,1% углерода в. Ферритный серый чугун, структура его – феррит и пластинчатый графит. В этом случае весь углерод находится в виде графита.

Особенности структуры: на данном микрошлифе мы видим включения графита, имеющего форму пластинок. Шлиф не травленный поэтому определить структуру представленного серого чугуна не возможно.

Применение: серый чугун применяется наиболее широко (примерно 90% от общего производства литейного чугуна). Серый чугун применяют для изготовления корпусных деталей, кронштейнов, станин станков, гильз, поршневых колец, блоков цилиндров, и др. деталей.

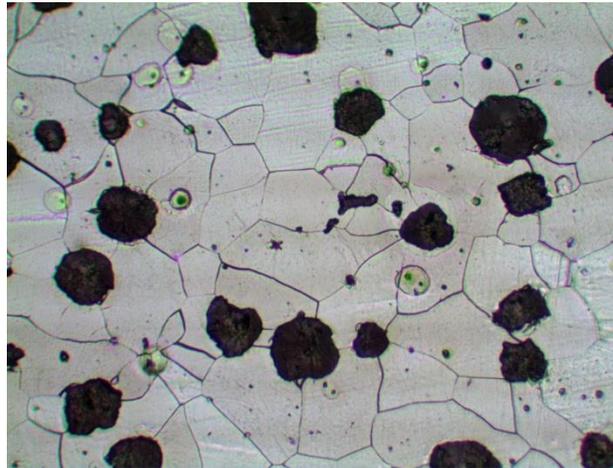
Образец №35

Ферритный высокопрочный чугун

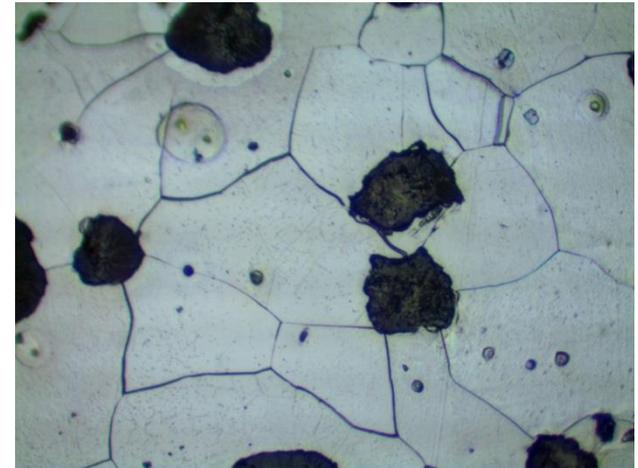
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: высокопрочный чугун с шаровидным графитом получают присадкой в жидкий чугун небольших добавок некоторых щелочных или щелочноземельных металлов. Чаще для этой цели применяют магний в количестве 0,03 – 0,07 %. По содержанию остальных элементов высокопрочный чугун не отличается от обычного серого. Действия магния объясняют увеличением поверхностного натяжения графита и образованием микропузырьков пара, в которые диффундирует углерод. Поэтому графит принимает не пластинчатую, а шаровидную форму.

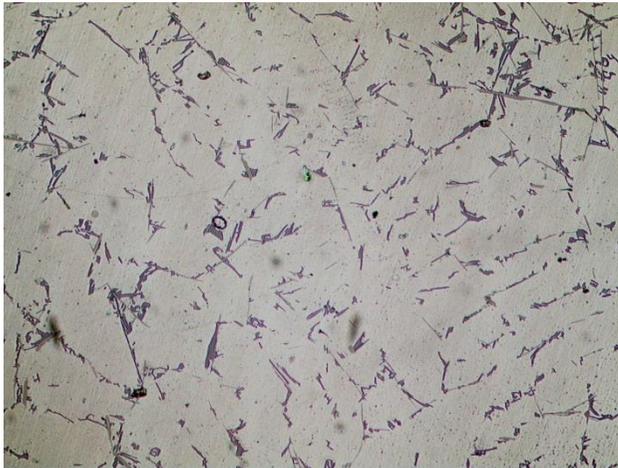
Состав: химический состав высокопрочных чугунов: углерод 2,2-3,2 %, марганец 0,2 -0,8%, кремний 1,1-2,9 %, не более 0,2 % серы, фосфора не более 0,12 %, магний до 0,5%.

Особенности структуры: структура состоит из феррита и шаровидного графита. В ферритном чугуне практически весь углерод находится в свободном состоянии виде отдельной фазы – графита.

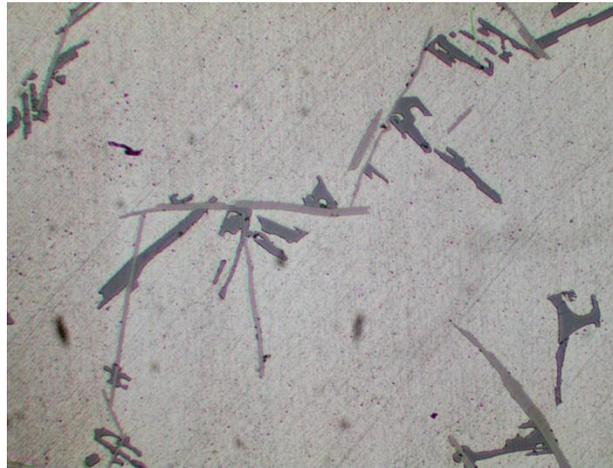
Применение: шаровидный графит значительно меньше ослабляет металлическую основу чугуна, чем пластинчатый. Чугуны с шаровидным графитом имеют более высокие механические свойства не уступающие литой углеродистой стали, при этом сохраняются хорошие литейные свойства и обрабатываемость резанием, способность гасить вибрации, высокая износостойкость и т.д. Отливки из высокопрочного чугуна широко используют в различных отраслях: в автомобилестроении и дизелестроении для коленчатых валов, поршневых колец, крышек цилиндров, зубчатых колес и других деталей; в тяжелом машиностроении – станины, рамы прессов и валков прокатных станков; в кузнечно- прессовом оборудовании (например для станин шаботов молотов, траверс прессов и т.д.).

Технический алюминий

Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: алюминий получают электролизом глинозема, растворенного в расплавленном криолите Na_3AlF_6 . Первичный алюминий, полученный в электролизной ванне, загрязнен примесями кремния, железа, газами. Для очистки алюминия его подвергают рафинированию либо хлорированием, либо электролитическим способом. Более чистый алюминий получают электролитическим рафинированием.

Состав: технический алюминий содержит 99,9-98,5 % Al. Оставшиеся на долю примесей сотые или десятые доли процента приблизительно поровну распределяются между железом и кремнием.

Особенности структуры: в структуре алюминия присутствуют игольчатые включения FeAl_3 и небольшое количество α (Fe-Si-Al).

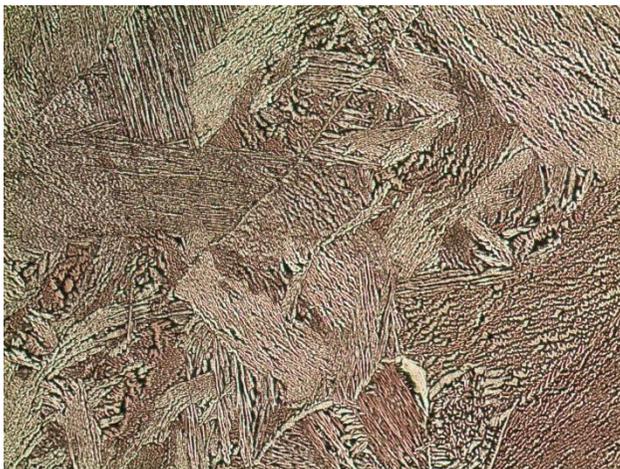
Железо очень мало растворимо в твердом алюминии и уже при тысячных долях процента при низких температурах появляется новая фаза – FeAl_3 . Начиная с нескольких сотых процента, в сплаве появляется эвтектика. Эвтектика Al + FeAl_3 содержит так мало железа, что кажется конгломератом отдельных свободных иголочек FeAl_3 и основного алюминиевого твердого раствора. При одновременном присутствии железа и кремния в алюминии появляются новые фазы – тройные химические соединения или тройные растворы α (Fe-Si-Al). Игольчатая структура таких хрупких составляющих, как FeAl_3 , α (Fe-Si-Al) и Si, сообщают хрупкость сплаву.

Применение: алюминий высокой чистоты 99,99% применяется для лабораторных целей, Алюминий хорошо деформируется и сваривается, но плохо обрабатывается резанием. Технический алюминий поставляется в виде листов, профилей, прутков проволоки и других полуфабрикатов. Применяется технический алюминий для элементов конструкций и деталей, не несущих нагрузки. Алюминий высокой чистоты применяется для получения фольги, токопроводящих и кабельных изделий, а также в химической промышленности.

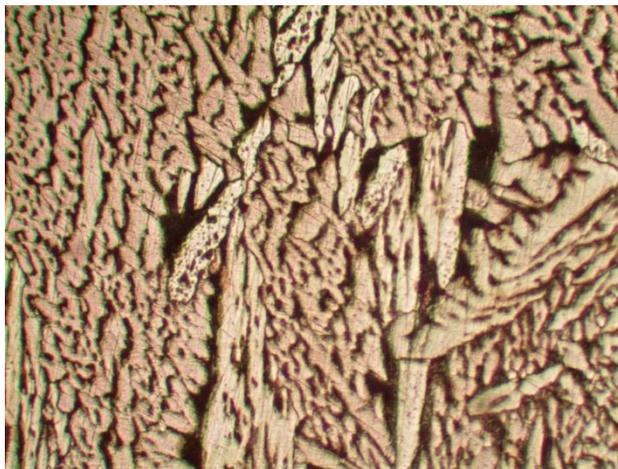
Образец №41

Латунь Л62

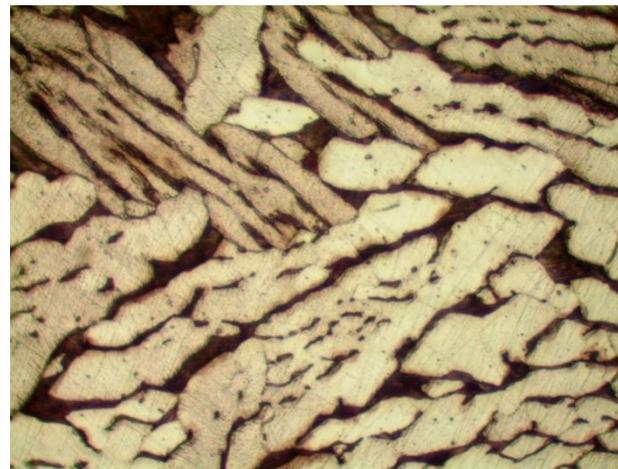
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: латунь получается путем сплавления меди с цинком. Латунь маркируется буквой Л, после буквы следует цифра, указывающая в ней содержание меди.

Состав: латуни, содержащие не более 39 % цинка, имеют однофазную структуру, состоящую из кристаллов твердого раствора цинка в меди (α -фаза). В сплавах, содержащих от 39 до 50% цинка, образуется β' -фаза (CuZn).

Особенности структуры: в представленной микроструктуре одновременно с α -фазой присутствует небольшое количество β' -фазы (CuZn) более темные зерна.

Применение: латунь Л62 – $\alpha + \beta'$ латунь. Ее поставляют в виде листов, ленты, полос, труб, прутков и проволоки.

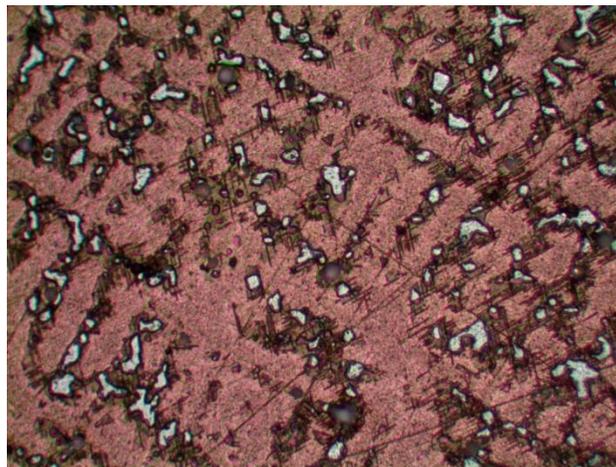
Образец №42

Бронза

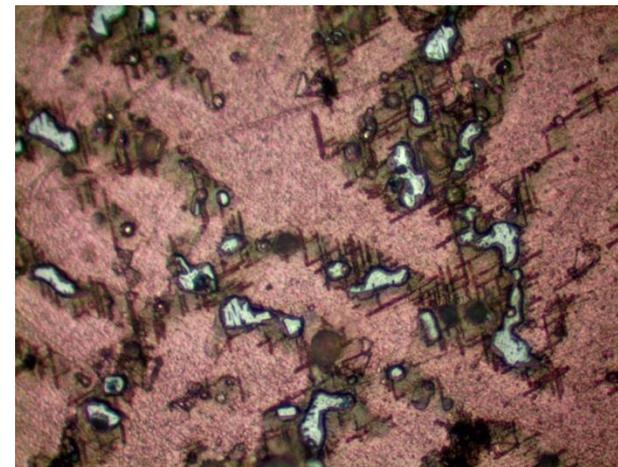
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: бронзы – двойные или многокомпонентные сплавы меди с оловом, алюминием, свинцом, бериллием, кремнием, хромом и другими элементами, среди которых, цинк не является основным легирующим элементом.

Состав: бронзы, содержащие до 4-5% олова, однофазные, они представляют собой α - твердый раствор олова в меди. При большем содержании олова в структуре наряду с α - раствором присутствует эвтектид $\alpha + (\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8)$. Литые оловянные бронзы содержат 10-12% олова. Для замены дорогостоящего олова его частично заменяют цинком или свинцом. В оловянистые бронзы добавляют также фосфор (до 1%), который является раскислителем и улучшает литейные и антифрикционные свойства.

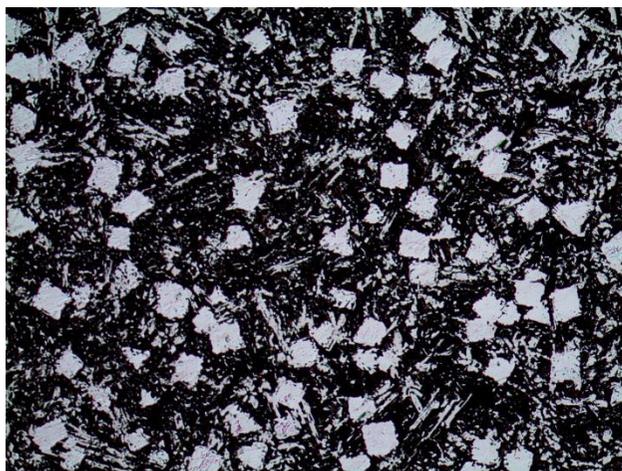
Особенности структуры: микроструктура литой оловянистой бронзы (α - раствор и эвтектид $\alpha + (\text{Cu}_{31}\text{Sn}_8)$).

Применение: литые оловянные бронзы с цинком и свинцом имеют высокие литейные свойства: малую объемную усадку (менее 1%) и хорошую жидкотекучесть. Из бронзы изготавливают сложные отливки, в частности художественное литье. Высокая коррозионная стойкость позволяет использовать литейные бронзы в качестве арматуры, работающей в агрессивных средах, и обладающей высокой электрической электропроводностью и теплопроводностью. Наличие твердого эвтектоида обеспечивает высокую стойкость против истирания, а мягкие частицы облегчают притирку и образуют на поверхности мельчайшие каналы, по которым может циркулировать смазка. Поэтому бронзы, содержащие 10-12% олова, являются одним из лучших антифрикционных материалов и применяются для изготовления подшипников. Для улучшения антифрикционных свойств также вводят свинец.

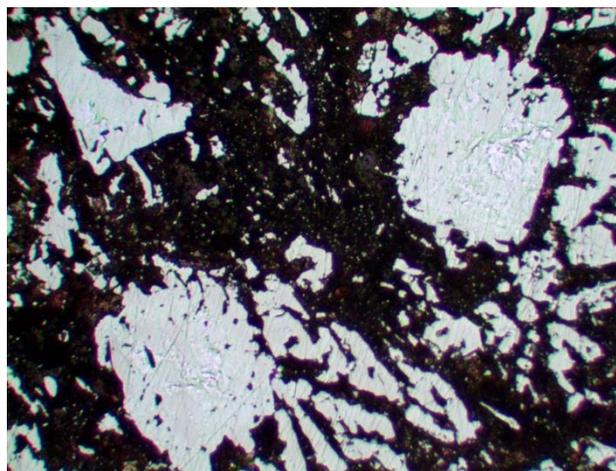
Образец №44

Сплав олова

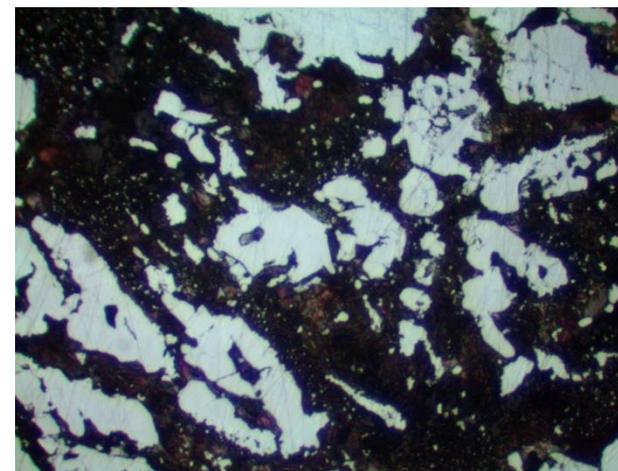
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: сплавы маркируются буквой Б, что означает баббит, и числом которое показывает содержание олова в %. Баббиты должны иметь достаточную твердость, но не очень высокую, чтобы не вызвать сильного износа вала; быть пластичными; удерживать смазку на поверхности; иметь малый коэффициент трения между валом и подшипником. Для обеспечения этих свойств структура антифрикционных сплавов должна состоять из мягкой и пластичной основы и включений более твердых частиц.

Состав: баббиты – сложные сплавы на основе олова или свинца, которые дополнительно содержат сурьму, медь и другие добавки. Например, широко применяется баббит Б88, который имеет следующий химический состав: 7,3- 7,8% сурьмы, 2,5 -3,5% меди, 0,8 -1,2% кадмия, остальное олово.

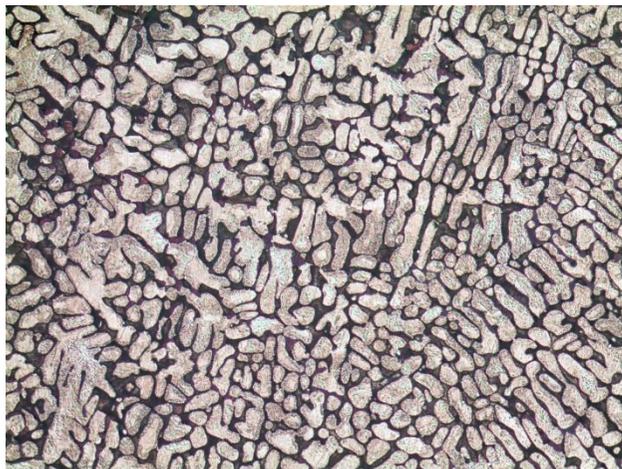
Особенности структуры: микроструктура баббита. Темное поле представляет собой пластичную массу α – твердого раствора сурьмы и меди в олове, светлое – твердые кристаллы квадратной формы соединения SnSb (β), кристаллы в виде звездочек или удлиненных игл – соединение Cu_3Sn

Применение: баббиты применяют для заливки вкладышей подшипников, которые используются в тяжело нагруженных машинах, паровых турбинах, турбонасосах и т.д., работающих при больших скоростях и высоких динамических нагрузках.

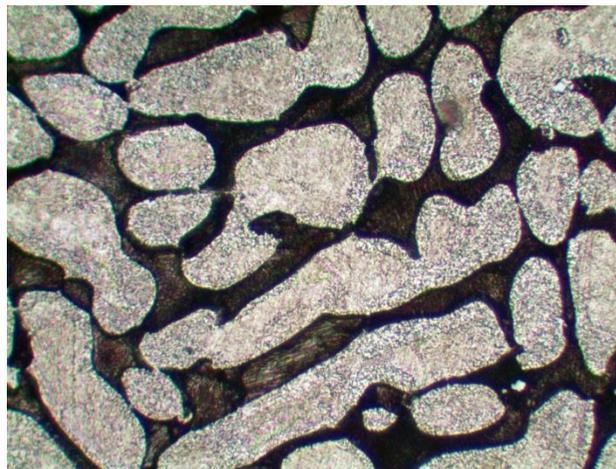
Образец №45

Сплав цинка

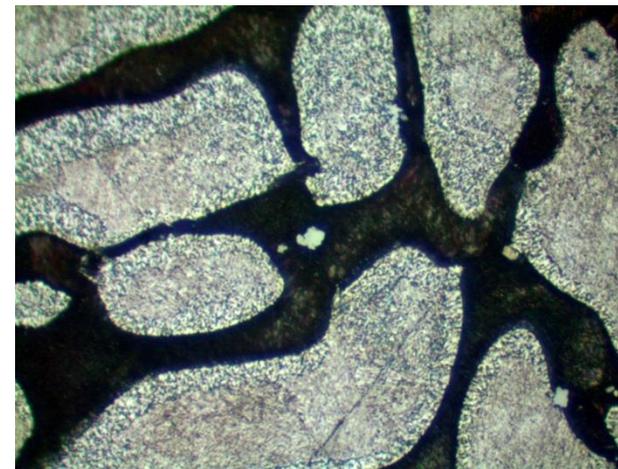
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: цинковые антифрикционные сплавы (типа ЦАМ) кроме алюминия и меди содержат 0,03 – 0,06 % магния.

Состав: ЦАМ 10-5 содержит 10% алюминия и 5% меди, ЦАМ 9,5-1,5 содержит 9,5% алюминия и 1,5% меди (остальное цинк).

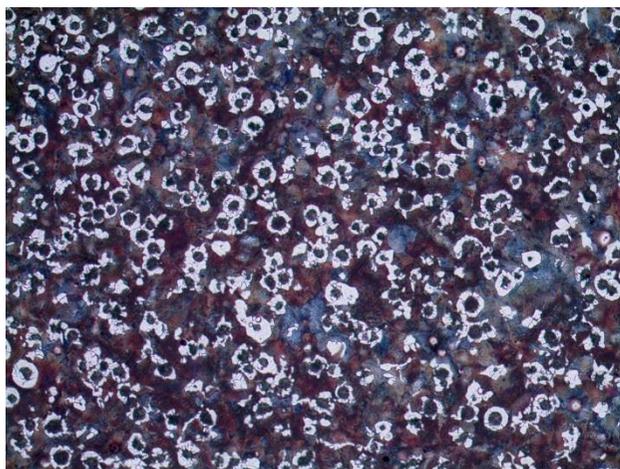
Особенности структуры: микроструктура имеет мягкую основу и частицы твердой фазы.

Применение: в литом виде сплавы применяют для монометаллических вкладышей, втулок, ползунов и т.д. В деформированном виде используются для получения биметаллических полос со сталью и алюминиевыми сплавами методом проката и последующей штамповки вкладыша. В следствие высоких антифрикционных свойств и достаточной прочности эти сплавы могут заменять бронзы для узлов трения, температура которых не превышает 100°C.

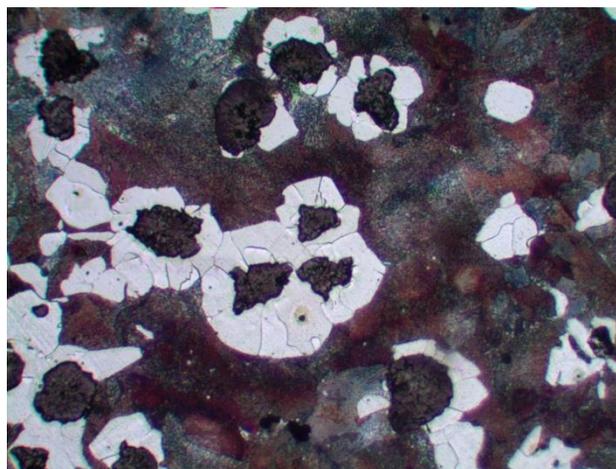
Образец №49

Феррито-перлитный высокопрочный чугун

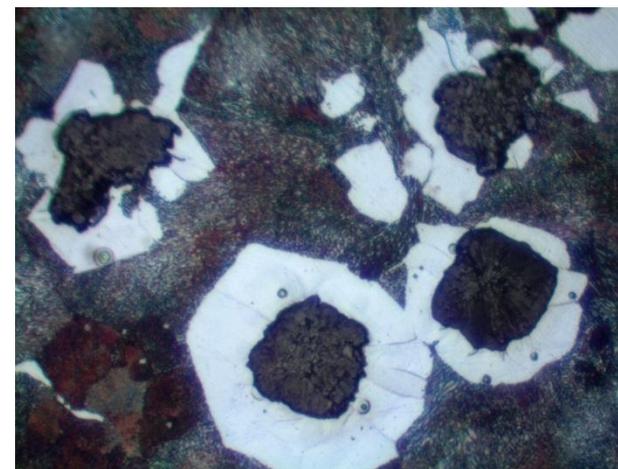
Объектив 10X, NA 0.25



Объектив 50X, NA 0.70



Объектив 100X, NA 0.85



Получение: в чугунах с феррито-перлитной структурой только часть углерода находится в свободном состоянии в виде графита. В данном случае большая часть углерода (около 0,8%) находится в перлите в связанном состоянии в виде цементита - Fe_3C . На процесс графитизации (выделение свободного углерода из цементита) чугуна в первую очередь влияет количество кремния и скорость охлаждения. Кремний способствует процессу графитизации, действует в том же направлении, что и замедление скорости охлаждения. Изменяя с одной стороны, содержание в чугунах углерода и кремния и, с другой - скорость охлаждения, можно получить различную структуру металлической основы чугуна.

Состав: примерный химический состав чугуна: углерод 2, 2-3,2 %, марганец 0,2 -0,8%, кремний 1,1-2,9 %, не более 0,2 % серы, фосфора не более 0,12 %, магний до 0,5%

Особенности структуры: структура состоит из перлита – темные зерна, включений графита глобулярной формы вокруг которых образовался феррит.

Применение: феррито-перлитный чугун обладает более высокой прочностью и твердостью по сравнению с ферритным.