

**Тема урока:** «Введение в профессию «Сварщик»

**Тип урока:** урок усвоения новых знаний

**Основная методическая цель:** донести до обучающихся значение профессии «Сварщик»

**Цели:**

формировать мотивацию к изучению дисциплины;  
способствовать развитию ключевых компетенций - способности к анализу, сравнивать, делать выводы  
способствовать формированию личностных и коммуникативных компетенций:  
умение работать в коллективе, сотрудничество и взаимопомощь

Межпредметные связи:

1. Химия: «Металлы»
2. Физика: «Свойства твердых тел», «Кристаллические тела»,
3. История древнего мира

Форма проведения: урок- лекция ?

Материально-техническое оснащение урока:

1. Электронная презентация урока
2. Раздаточный материал:
3. Комплекты заданий для групп (Приложение 1, 2,3)
4. Компьютер.

### **Ход урока.**

#### **1. Организационная часть.**

Знакомство с группой. Здравствуйте. Меня зовут Александр Павлович. Я проведу с вами урок на тему **СЛАЙД 1** «Введение в профессию «Сварщик »

Организация групп учащихся, проверка готовности к уроку

**2. Вводная часть.** Сегодня мы будем говорить о значении профессии «Сварщик», истории ее возникновения , и о ее значимости в наше время. Также поговорим о материаловедении – науке, которая открывает новые материалы, изменяет свойства уже известных с помощью различных способов воздействия на него.

Сообщение темы и цели урока

Сообщение критериев оценки работы учащихся на уроке

**3. Основная часть (изучение нового материала).**

Современный мир полностью держится на металле. Без него нельзя построить

высокие здания, машины, корабли. Металл применяется повсеместно: в быту, в промышленности, в строительстве. Поэтому, специалист по металлу, соединяющий металлические детали в сложные конструкции при помощи электрической сварки, будет нужен всегда. **СЛАЙД 2 ( 4 КАРТИНКИ)** Сварщик — профессия ответственная, почти виртуозная, от качества работы которого зависит многое — долговечность и устойчивость строительных конструкций, работа и срок службы различной техники.

Временем возникновения профессии сварщик можно считать 1802 год, **СЛАЙД 3** когда В. Петров открыл эффект электрической дуги, при возникновении которой между двумя угольными электродами, создаётся высокая температура. Эта температура настолько высока, что позволяет расплавлять металлы. С момента этого открытия и до его промышленного применения прошёл немалый период времени. Но спустя десятилетия, метод соединения металлов электродуговым способом произвёл революцию в различных отраслях промышленности, строительства и стал массовой технологией соединения материалов....

Сварочные работы применяются во многих отраслях промышленности.

**СЛАЙД 4 ( 4 КАРТИНКИ)** Сварщики трудятся на стройплощадках, создавая конструкции и системы различных коммуникаций, в промышленности, где применяют свой опыт и навыки, в машиностроении, кораблестроении и в других областях, таких как, энергетика, нефтеперерабатывающая промышленность, сельское хозяйство. Трудно назвать такой сегмент производства, где не применялся бы труд сварщика. Сварщик, как профессия, подразделяется на несколько специализаций: сварщик ручной дуговой сварки, газосварщик, оператор автоматических сварочных аппаратов. Рабочие всех этих специальностей занимаются одним делом — соединением металлических конструкций, сложных аппаратов, деталей, узлов методом сплавления металлов. От мастерства сварщиков зависит качество сварочных швов. Любые ошибки, небрежность, допускаемые в работе, могут привести к катастрофическим последствиям. Страшно подумать, к чему могла бы привести некачественная работа по сварке нефте- или газопроводов. Сварщик — профессионал ,должен знать электротехнику, технологию плавления металлов, свойства газов, методы и принципы действия используемых агрегатов и оборудования. Большое значение имеет соблюдение техники безопасности и производственной санитарии.

В своей работе сварщик постоянно имеет дело с металлами и ему необходимо знать строение и свойства материалов и здесь не обойтись без знания материаловедения.

**Материаловедение - это наука, изучающая строение и свойства материалов и устанавливающая связь между их составом, строением и свойствами.**

Материаловедение относится к числу основополагающих дисциплин для машиностроительных специальностей. Это связано с тем, что получение, разработка новых материалов, способы их обработки являются основой

современного производства. Проектирование конкурентоспособных изделий, невозможно без достаточного уровня знаний в области материаловедения. Материаловедение является основой для изучения многих специальных дисциплин.

Знание структуры и свойств материалов приводит к созданию принципиально новых продуктов и даже отраслей индустрии.

Разнообразие свойств материалов является главным фактором, предопределяющим их широкое применение в технике. Материалы обладают отличающимися друг от друга свойствами, причем каждое зависит от особенностей внутреннего строения материала. В связи с этим материаловедение как наука занимается изучением строения материала в тесной связи с их свойствами.

Внимание на экран **СЛАЙД 5** Вопрос: «**Что общего между этими дисциплинами?**».

**Физика**- электрические, магнитные, тепловые свойства металлов.

**Химия**- важнейшее химическое свойство металлов это стойкость против коррозии.

**История**- использование материалов с древнейших времен.

**География**- месторасположение территорий связанных с важными событиями в области открытий, использования, применения различных материалов.

**Какие металлы окружали человека в древние времена? СЛАЙД 6**

Вся история человечества связана с применением различных материалов, именно они дали названия целым эпохам: каменный век, бронзовый век, железный век.

На ранней стадии развития человек использовал природные материалы — дерево, кость, камень. Особое место занял камень, из которого изготавливались орудия труда — каменные топоры, каменные ножи. Следует отметить, что именно с помощью камня около 500 тыс. лет назад люди научились добывать огонь. Использование огня для обжига глины при изготовлении предметов домашней утвари положило начало технологии изготовления керамики.

На следующем этапе развития человек стал использовать металлы. Можно лишь предполагать, какой из металлов первым нашел практическое применение.

**Как вы думаете, какой это был металл? СЛАЙД 7**

Естественно, что в первую очередь применялись те из них, которые встречаются в природе в чистом, самородном виде. Прежде всего это медь, начало ее применения относят к 7-му тысячелетию до н. э. В 4-м тысячелетии до н. э. начали использовать металлургические процессы получения сплавов. Преобладают уже металлические инструменты из бронзы — сплава меди с другими металлами, в первую очередь с оловом, имеющим лучшие свойства, чем чистая медь.

**СЛАЙД 8** Важнейшим этапом развития стало использование железа и его

сплавов. К середине XIX в. был освоен мартеновский метод производства стали, а к концу века — конвертерный. Сплавы на основе железа и в настоящее время являются основным конструкционным материалом.

Промышленное производство не может существовать без научной базы. Именно середину XIX в. следует считать временем зарождения металловедения — отрасли материаловедения — как науки. В ее развитие большой вклад внесли русские и советские ученые.

**Остановимся на важнейших этапах развития науки. СЛАЙД 9 (КАРТИНКИ 3)** Основоположником металловедения является выдающийся русский ученый Чернов Дмитрий Константинович (1839—1921). Работая на Обуховском заводе и занимаясь производством стали, он провел исследования превращений, происходящих при нагреве стали, результаты которых были опубликованы в 1868 г. В его работе было показано, что цвета каления стали, определенные визуально, соответствуют температурам, при которых происходят превращения в стали. Эти температуры были названы критическими точками (точками Чернова). Именно Д. К. Чернов впервые изобразил важнейшие линии диаграммы состояния железо — углерод.

Большой вклад в разработку научных основ металловедения внес Н. С. Курнаков Николай Семенович (1860—1941), применивший методы физико-химического анализа для исследования сплавов и установивший закономерности изменения свойств сплавов в зависимости от их типа и химического состава.

Важнейший вклад в теорию упрочнения сплавов был внесен советскими учеными. В частности, Я. И. Френкель выполнил расчет теоретической прочности металлов, который стал побудительным мотивом изучения реальной прочности металлов, в результате чего были разработаны теории дислокаций, пластического течения металлов и способов упрочнения как создания препятствий перемещению дислокаций.

Двадцатый век также ознаменован разработкой, применением в металловедении новейших методов исследования структуры материалов — электронного и рентгеновского. Их применение во многом способствовало важнейшим достижениям в области создания новых материалов.

Развитие современной техники невозможно без использования материалов с новыми уникальными свойствами. Для атомной энергетики и космической техники необходимы материалы, которые могут работать как при весьма высоких температурах, так и при температурах, близких к абсолютному нулю. Компьютерные технологии стали возможными только благодаря использованию материалов с особыми электрическими свойствами. Таким образом, материаловедение — одна из важнейших, приоритетных наук, определяющих технический прогресс.

Материаловедение подготавливает вас к освоению специальных дисциплин, изучающих основные производственные технологии и процессы. Знание основ материаловедения необходимо специалисту, работающему в сфере эксплуатации современных машин и конструкций.

**А какие материалы окружают нас сегодня? Предлагаю вам назвать перечень изделий и материалов, которые вас окружают в учебном кабинете.** (Приложение 1). На выполнение задания 5 минут.

Основными материалами, используемыми в машиностроении, являются, и еще долго будут оставаться **металлы и их сплавы**. Поэтому основной частью материаловедения является металловедение.

Металлы наиболее распространенные и широко используемые материалы в производстве и в быту человека. Особенно велико значение металлов в наше время. В наши дни трудно найти такую область производства, научно-технической деятельности человека или просто его быта, где металлы не играли бы существенной роли.

**А сколько металлов вы знаете? Предлагаю каждой группе по очереди называть известные вам металлы.** **СЛАЙД 10**

Всего 114 химических элементов, из них 22 неметалла, остальные 92 металлы(слайд 8) Разделение на металлы и неметаллы (слайд 9)

Из всех известных в настоящее время элементов более половины являются металлами. **Металлы - непрозрачные вещества, обладающие, специфическим металлическим блеском, пластичностью, высокой тепло- и электропроводностью.** По электропроводности металлы легко отличить от других веществ ( дерево, стекло ит. Д.)

Все металлы и образованные из них сплавы делят на **черные**, к которым относят железо, и сплавы на его основе ( на их долю приходится около 95% производимой в мире металлопродукции) и **цветные**.

В технике принята условная **классификация** по которой цветные металлы делят на группы

#### **СЛАЙД 11 Классификация цветных металлов:**

Легкие (алюминий, магний, титан и др.);

Тяжёлые (свинец, медь, цинк и др.);

Редкие (вольфрам, молибден, селен и др.);

Благородные (золото, платина, серебро и др.).

Тугоплавкие (вольфрам, молибден)

Радиоактивные (радий, уран).

Из цветных металлов в чистом виде и в виде сплавов широко используются алюминий, медь, магний, свинец, цинк, титан и др.

**СЛАЙД 12** **Алюминий** - легкий металл серебристо-белого цвета с температурой плавления 660\*С.

Обладает высокой электро- и теплопроводностью.

Алюминий хорошо сопротивляется коррозии, так как на его поверхности образуется защитная пленка оксида алюминия. Высокая коррозионная стойкость определила применение алюминия для изготовления посуды и других предметов широкого потребления.

**СЛАЙД 13** Широко используется как в чистом виде, так и в виде сплавов, которые бывают: **литейные** – для получения литых заготовок . Наибольшее применение из литейных сплавов получил **силумин** (сплав алюминия с



кремнием) .

**И деформируемые** – обрабатываемые давлением (прокаткой, ковкой и т.д.).  
. Наибольшее применение ИЗ КОТОРЫХ ПОЛУЧИЛ– **дюралюмин** (сплав алюминия с медью, магнием и марганцем)

**Это интересно:**

*Термин «дюралюминий» (дюралюмин, дюраль) образован из названия немецкого города Дюрен, где впервые начали производить этот сплав, и слова «алюминий».*

**Применение алюминия:**

**СЛАЙД 14** . В электротехнической промышленности;

**СЛАЙД 15** . В приборостроении;

**СЛАЙД 16** В самолетостроении.

**СЛАЙД 17 Медь** - розово-красный металл с температурой плавления 1083\*С .

Обладает высокой электро - и теплопроводностью, пластичностью и коррозионной стойкостью. Высокая электропроводность определила широкое применение меди в электротехнической промышленности . Из-за низкой прочности чистая медь не применяется в машиностроении, ее используют как основу конструкционных сплавов: латуней и бронз.

**Виды медных сплавов:**

**Латунь** (сплав меди с цинком) - Обладает всеми положительными свойствами меди (высокой электро- и теплопроводностью, коррозионной стойкостью, пластичностью и др.), более высокой прочностью. Легко обрабатываются резанием, имеет хорошие литейные свойства, дешевле меди.

Латунь - был известен еще древним грекам и египтянам. Чистый цинк долгое время не удавалось выделить. В 1746 году А. С. Маргграф разработал способ получения металла прокаливанием смеси его оксида с углем без доступа воздуха в глиняных огнеупорных ретортах с последующей конденсацией паров цинка в холодильниках. В промышленном масштабе выплавка цинка началась в 17 веке.

**Бронза (сплав меди с другими элементами, кроме цинка)** - Имеет хорошие литейные свойства, высокую прочность и твердость, коррозионную стойкость и хорошо обрабатывается резанием.

В промышленности нашли применение оловянные, алюминиевые, бериллиевые бронзы.

**Оловянные бронзы** (содержание олова до 20 %) обладают хорошими литейными и антифрикционными свойствами, высокой химической стойкостью. В практике применяют бронзы с 10... 12 % олова. При его большем содержании бронзы становятся хрупкими.

Бронзы с 4... 5 % олова хорошо деформируются в холодном состоянии.

Фосфор улучшает литейные, а также механические и антифрикционные свойства (БрОФб-0,15). Литейные бронзы, содержащие фосфор, применяют для художественного литья. Отливки из этих бронз имеют малую усадку из-за значительной пористости(1 %);

для сравнения усадка чугунов составляет 1,5 %, сталей — 2 %. Поры распределяются по всему объему, усадочной раковины не образуется.

Для удешевления бронз часть олова может быть заменена цинком (БрОЦС4-4-2,5).

**Алюминиевые бронзы** содержат 5... 10% алюминия. Бронзы с 6- 8% алюминия пластичны, они обрабатываются давлением и в холодном, и горячем состояниях, а бронзы, содержащие 8... 10 % алюминия обрабатывают только при высоких температурах. Алюминиевые бронзы обладают высокой коррозионной стойкостью.

**Бериллиевые бронзы** содержат 2.0-2,5 % бериллия. Высокие значения пределов прочности определили применение бериллиевых бронз для изготовления пружин, мембран и др. При ударе бериллиевой бронзы о другой металл не возникает искры, поэтому из нее делают инструмент для работ во взрывоопасных условиях. Бронзы обладают хорошими технологическими свойствами: свариваемостью, обрабатываемостью резанием

## **СЛАЙД 18**

**Применение меди:**

*В электротехнической промышленности;  
В химическом машиностроении и теплотехнике.*

**Применение латуни** - В машино- и судостроении;

**Применение бронзы** - Ответственные детали машин

**СЛАЙД 19 Магний**- легкий металл его плотность 1,7 г/см<sup>3</sup>, температура плавления 651\*С. Чистый магний обладает малыми прочностью и пластичностью.

Магний относительно устойчив против коррозии лишь в сухой среде, при повышении температуры легко окисляется и даже самовоспламеняется. В промышленности используют сплавы магния с алюминием, цинком, марганцем. Алюминий и цинк улучшают механические свойства, марганец повышает коррозионную стойкость.

**Применение магния** – магниевые сплавы применяют в авиационной и радиотехнической промышленности.

**СЛАЙД 20( 4 КАРТИНКИ) Цинк** - металл синевато – белого цвета. На воздухе его поверхность тускнеет, покрываясь оксидной пленкой, препятствующей разрушению металла.

Цинк - металл средней твердости. В холодном состоянии хрупок, а при 100-150° С весьма пластичен и легко прокатывается в листы и фольгу толщиной около сотых долей миллиметра. При 250°С вновь становится хрупким.

Чистый металлический цинк используется для восстановления благородных металлов, добываемых подземным выщелачиванием (золото, серебро). Цинк применяется для защиты стали от коррозии (оцинковка поверхностей, не подверженных механическим воздействиям, или металлизация — для мостов, емкостей, металлоконструкций).

Цинк используется в качестве материала для отрицательного электрода в химических источниках тока, то есть в батарейках и аккумуляторах, например: марганцево-цинковый элемент, серебряно-цинковый аккумулятор.

Пластины цинка широко используются в полиграфии, в частности, для печати иллюстраций в многотиражных изданиях. Для этого с XIX века применяется цинкография — изготовление клише на цинковой пластине при помощи вытравливания кислотой рисунка в ней. Примеси, за исключением небольшого количества свинца, ухудшают процесс травления. Перед травлением цинковую пластину подвергают отжигу и прокатывают в нагретом состоянии.

Цинк вводится в состав многих твердых припоев для снижения их температуры плавления.

Оксид цинка широко используется в медицине как антисептическое и противовоспалительное средство. Также оксид цинка используется для производства краски — цинковых белил.

Цинк — важный компонент латуни. Сплавы цинка с алюминием и магнием (ЦАМ, ЗАМАК) благодаря сравнительно высоким механическим и очень высоким литейным качествам очень широко используются в машиностроении для точного литья. В частности, в оружейном деле из сплава ЗАМАК (-3, -5) иногда отливают затворы пистолетов, особенно рассчитанных на использование слабых или травматических патронов. Также из цинковых сплавов отливают всевозможную техническую фурнитуру, вроде автомобильных ручек, корпуса карбюраторов, масштабные модели и всевозможные миниатюры, а также любые другие изделия, требующие точного литья при приемлемой прочности.

### **Демонстрация опытов с активными металлами (металлического натрия с водой, цинка с соляной кислотой, железа с водой)**

Металлы отличаются друг от друга по своей химической природе, химической активности. Восстановительная способность атомов простых веществ - металлов изменяется закономерно.

**СЛАЙД 21** Восстановительная активность металла отражается в электрохимическом ряду напряжений металлов.

Li, K, Ba, Ca, Na, Mg, Al, Mn, Zn, Cr, Fe, Cd, Co, Ni, Pb, Cu, Hg, Pt, Au

уменьшение восстановительных свойств

На основании этого ряда напряжений можно сделать важные заключения о химической активности металлов в реакциях, протекающих в водных



растворах:

1. Чем левее стоит металл в этом ряду, тем более сильным восстановителем он является.

2. Металлы, являющиеся самыми сильными восстановителями в любых водных растворах взаимодействуют прежде всего с водой.

Самыми активными являются щелочные и щелочноземельные металлы.

Чтобы в этом убедиться проведем демонстрационный опыт « **Взаимодействие металлического натрия с водой** ».

Для этого нам понадобится кристаллизатор, вода, фенофталеин в качестве индикатора, Na металлический. В кристаллизатор наливаем воду, добавляем 2-3 капли фенофталеина. Берем Na металлический, который относится к щелочным металлам. Na хранится под слоем масла. Пинцетом достаем натрий, отрезаем ножом кусочек натрия (мы видим, что щелочные металлы очень мягкие, они легко режутся ножом), промакиваем салфеткой, для того чтобы удалить остатки масла. И аккуратно помещаем натрий в кристаллизатор с водой. Мы видим, что реакция протекает мгновенно, иногда со взрывом (Na бежит по поверхности воды). Необходимо соблюдать технику безопасности. Мы видим, что раствор меняет свой цвет. Это говорит о том, что среда раствора стала щелочной. Продукты реакции:

выделяющийся водород и образование щелочи- гидроксида натрия.



2)- возвращаемся к электрохимическому ряду напряжений металлов.

Zn расположен правее Na, поэтому он является менее активным.

Цинк также будет взаимодействовать с водой. Реакция протекает медленнее и при повышенной температуре. Если проводить данную реакцию при комнатной температуре, то визуально мы ничего не увидим. Чтобы наглядно увидеть восстановительную активность цинка, проведем демонстративный опыт « **Взаимодействие Zn с раствором соляной кислоты** ». Для этого нам понадобятся; гранулы Zn, раствор соляной кислоты, пробирка, штатив.

Наливаем в пробирку 2-3мл раствора соляной кислоты, помещаем в нее 1-2 гранулы металлического цинка. Реакция протекает интенсивно, идет выделение пузырьков газа. Продуктами реакции являются водород и хлорид цинка:



3. Вновь возвращаемся к электрохимическому ряду напряжений металлов.

**Железо** расположено правее цинка. Железо является еще менее активным металлом. Железо взаимодействует с водой только в раскаленном виде. При комнатной температуре железо с водой не реагирует. Во влажном воздухе железо окисляется с образованием ржавчины. Которая не защищает металл от дальнейшего окисления. Реакция протекает медленно



Взаимодействие железа с разбавленной соляной кислотой протекает медленно.



## Закрепление изученного материала.

**СЛАЙД 22** Работа обучающихся по тестам.  
Тесты контроля знаний на уроке

### Пословицы и поговорки о **СЛАЙД 23**

А сейчас давайте вспомним о пословицах и поговорках о металлах.

#### ПОСЛОВИЦЫ О МЕТАЛЛАХ

1. Металл в огне, а человек в беде познается.
2. Слова и металл плавят.
3. Закаляйся как сталь.
4. Не все золото, что блестит.
5. Куй железо пока горячо.
6. Железо ржа разъедает, а завистливый от жалости погибает.
7. Около золота и медь желтеет, а около хорошего человека и дурной становится лучше.
8. Слово серебро, а молчание золото.

### Рефлексия.

Предложить обучающимся ответить на вопросы небольшой анкеты, которая позволяет осуществить самоанализ. Дать качественную и количественную оценку урока.

1	На уроке я работал	Пассивно/ активно
2	Своей работой на уроке я	Доволен/ недоволен
3	Урок показался мне	Коротким/ длинным
4	За урок я	Не устал/ устал
5	Мое настроение	Улучшилось/ ухудшилось
6	Материал урока был мне	Понятным/ непонятным Полезным/ ненужным Интересным/ скучным Легким/ тяжелым

Поведение итогов. Оценивание коллективной и индивидуальной работы учащихся.

**Домашнее задание.** Составьте список материалов, знание которых необходимо в вашей будущей профессиональной деятельности.

### **СЛАЙД 24**

## Литература.

1. Адашкин А.М. Материаловедение. – М.: «Академия», 2012, - 286 с.
- 1.Мезенин Н.А. Занимательно о железе. – М.: «Металлургия», 1972. 200с.
- 2.Сергеева Т.А., Уварова Т.А. Проектирование учебного занятия, Методические рекомендации. – М.: ИРПО, 2000. 84с.
- 3.Габриелян О.С. Химия. 9 класс: Учеб. Для общеобразоват. учреждений. – М.: Дрофа, 2004. – 224 с.
- 4.Иванов Г. И. Формулы творчества, или Как научиться изобретать: Кн. Для учащихся ст. классов. – М.: Просвещение, 1994. – 208 с.
- 5.Гнедина Т. Е. Физика и творчество в твоей профессии: кн. Для учащихся ст. классов. – М.: Просвещение, 1988. – 159 с.

## Тесты по теме «Цветные металлы и сплавы»

**1. Легкий металл серебристого цвета с высокой пластичностью, плотностью 2,7 г/см<sup>3</sup>, температурой плавления 658\*С ?**

А) медь, Б) алюминий, В) бронза

**2. Легкий, мягкий металл серебристо- белого цвета, который дает ярко- белое свечение при горении ?**

А) Магний, Б) Медь, В) Бронза

**3. Название вязкого и ковкого металла, розовато- красного цвета, обладающего высокими тепло- и электропроводностью ?**

А) Медь, Б) Олово, В) Золото

**4. Какой из перечисленных цветных металлов относится к легким металлам?**

А) Магний, Б) Цинк, В) Платина

**5. Какой из перечисленных цветных металлов относится к тяжелым металлам?**

А) Титан, Б) Золото, В) Медь

**6. Какой из перечисленных цветных металлов относится к редким металлам?**

А) Магний, Б) Вольфрам, В) Серебро

**7. Какой из перечисленных цветных металлов относится к благородным металлам?**

А) Золото, Б) Медь, В) Свинец

**8. Какой из перечисленных металлов относят к группе цветных металлов?**

А) Медь,                      Б) барий,                      В) стронций

**9. Какой из перечисленных ниже металлов наиболее коррозионностойкий?**

А) Алюминий,                      Б) Магний,                      В) Кальций

**10. Какой из легирующих элементов стали увеличивает ее твердость и работоспособность при высокой температуре ?**

А) Хром, Б) Никель, В) Вольфрам.

**11. Силумины – это :**

А) сплавы алюминия, Б) сплавы магния, В) сплавы меди

**12. Бронзы – это :**

А) сплавы алюминия, Б) сплавы меди, в) сплавы магния

**13. Латунь – это :**

А) сплавы магния с алюминием, Б) сплавы алюминия с кремнием, В) Сплавы меди с цинком

**14. Сплав содержащий 1% углерода, это -**

А) сталь, Б) чугун, В) железная руда

**15. Способность материалов сопротивляться воздействию внешних сил, не разрушаясь – это**

А) твердость, Б) прочность, В) пластичность