***Екскурсія на зварювальну ділянку ремонтної майстерні тракторної бригади ФГ «Тюльпан»***

*Методичні рекомендації*

Екскурсія для ознайомлення учнів з газовим і електричним (дуговим) зварюванням проводиться після вивчення закону Джоуля-Ленца.

Екскурсію проводять учителя фізики та хімії, знайомлячи учнів як з фізичними, так і з хімічними явищами, які мають місце в процесах газового і електродугового зварювання металів.

В якості наглядних посібників можуть бути використані об’єкти з газо - і електрозварювальними швами, схеми і рисунки газозварювального і електрозварювального постів, газового полум’я. У вступній бесіді необхідно розказати про відкриття електричної дуги російським академіком В.В. Петровим в 1802 р. і винаходом електрозварювання російським винахідником М.М.Бенардосом в 1882 р. зварювання здійснюється вугільним електродом, а присадків метал вводиться в електричну дугу між вугільними електродом і зварювальним металічним виробом. Вугільний електрод застосовується в наш час при зварюванні кольорових металів і їх сплавів.

Основним способом електродугового зварювання в наш час є спосіб, запропонований і використаний в 1888 р. російським інженером М.Г.Славяновим. Славянов замінив вугільний електрод металевим, який одночасно слугує і присадним матеріалом.

Екскурсія проводиться за планом:

1. Загальний огляд газозварювального посту
2. Ознайомлення з ацетиленовим генератором і з кисневим балоном
3. Ознайомлення з газовим зварюванням і зварювальним полум’ям
4. Спостереження за газовим зварюванням і огляд зварювальних швів
5. Ознайомлення з електрозварювальною установкою
6. Спостереження за електродуговим зварюванням і огляд зварювальних швів.
7. Вивчення професіограми зварювальника.

**ГОЛОВНИЙ ЗВАРНИК**

**Завдання та обов’язки.** Керує технологічною підготовкою виконання зварювальних робіт. Забезпечує виготовлення і випуск високоякісної продукції, удосконалення конструкцій виробів, їх технологічність, екологічність, високу продуктивність праці. Здійснює технічне керівництво підрозділами, які займаються розробленням і впровадженням технологічних процесів зварювання і засобів технологічного оснащення зварювальних робіт. Очолює розроблення перспективних та поточних планів технологічної підготовки виконання зварювальних робіт, графіків проведення планово-запобіжного і капітального ремонту зварювального устаткування, планування строків і обсягів робіт, витрат трудових та матеріальних ресурсів. Вивчає та аналізує технологію і якість виконання зварювальних робіт, умови роботи устаткування, організовує розроблення і впровадження у виробництво прогресивних методів зварювання, забезпечує скорочення трудових витрат, додержання норм охорони праці та навколишнього середовища, економію матеріальних та енергетичних ресурсів під час виконання зварювальних робіт, поліпшення їх якості. Контролює розроблення необхідної технічної документації та забезпечення нею виробництва, суворе додержання технологічних режимів зварювання, норм витрат матеріалів, правил технічної експлуатації устаткування та безпечного ведення робіт. Забезпечує складання заявок на устаткування та матеріали, які необхідні для виконання зварювальних робіт, організацію обліку зварювального устаткування, його паспортизацію. Бере участь у розгляді питань реконструкції та технічного переобладнання підприємства, вживає заходів щодо впровадження нового зварювального устаткування, комплексної механізації та автоматизації технологічних процесів. Керує роботою з проектування та створення нових виробничих підрозділів, які виконують зварювальні роботи, їх спеціалізації та завантаження устаткування з урахуванням вимог організації праці і безпечного ведення робіт, забезпечує своєчасне освоєння проектних потужностей, підвищення коефіцієнта змінності роботи устаткування. Організовує розроблення та реалізацію заходів щодо впровадження прогресивної техніки і технології, поліпшення використання технологічного устаткування та оснастки, виробничих площ, підвищення якості та надійності зварних конструкцій. Розглядає і готує відгуки та висновки на найбільш складні раціоналізаторські пропозиції і винаходи щодо методів та технології зварювання, організації зварювальних робіт і удосконалення зварювального устаткування. Організовує виконання робіт, пов'язаних з підвищенням рівня спеціалізації та кооперування виробництва, використанням резервів підвищення продуктивності праці. Керує дослідницькими та експериментальними роботами з удосконалення методів і технології виконання зварювальних робіт. Бере участь у роботі з визначення потреби підприємства у кваліфікованих зварниках, підготовки до проведення їх атестації за встановленим порядком. Організовує роботу з вивчення і впровадження науково-технічних досягнень, передового вітчизняного і світового досвіду з технологічної підготовки та виконання зварювальних робіт. Координує діяльність підрозділів і працівників підприємства, які здійснюють технологічну підготовку виконання зварювальних робіт, організовує роботу з підвищення їх кваліфікації.

**Повинен знати:** постанови, розпорядження, накази, методичні, нормативні та інші керівні матеріали з технологічної підготовки виробництва; профіль, спеціалізацію та особливості організаційно-технологічної структури підприємства, перспективи його розвитку; основи технології виробництва продукції підприємства; організацію зварювальних робіт у галузі та на підприємстві; виробничі потужності, технічні характеристики, конструктивні особливості та режими роботи зварювального устаткування, правила його експлуатації; порядок і методи планування технологічної підготовки виробництва і виконання зварювальних робіт; методи і способи зварювання; положення, інструкції та інші керівні матеріали з розроблення та оформлення технічної документації; технічні вимоги до застосовуваних у процесах зварювання матеріалів, норми їх витрат; організацію ремонту зварювального устаткування; види дефектів зварювання та способи їх усунення; методи проведення досліджень і розробок у галузі вдосконалення технології та організації зварювальних робіт; стандарти і технічні умови на зварювальні роботи, будівельні норми та правила; передовий вітчизняний та світовий досвід у галузі технології та організації зварювальних робіт; основи економіки та менеджменту, організацію виробництва, праці та управління; основи екологічного законодавства; основи трудового законодавства.

**Кваліфікаційні вимоги.** Повна вища освіта відповідного напряму підготовки (магістр, спеціаліст). Стаж роботи за професіями керівників нижчого рівня відповідного професійного спрямування: для магістра – не менше 2 років, спеціаліста – не менше 3 років.

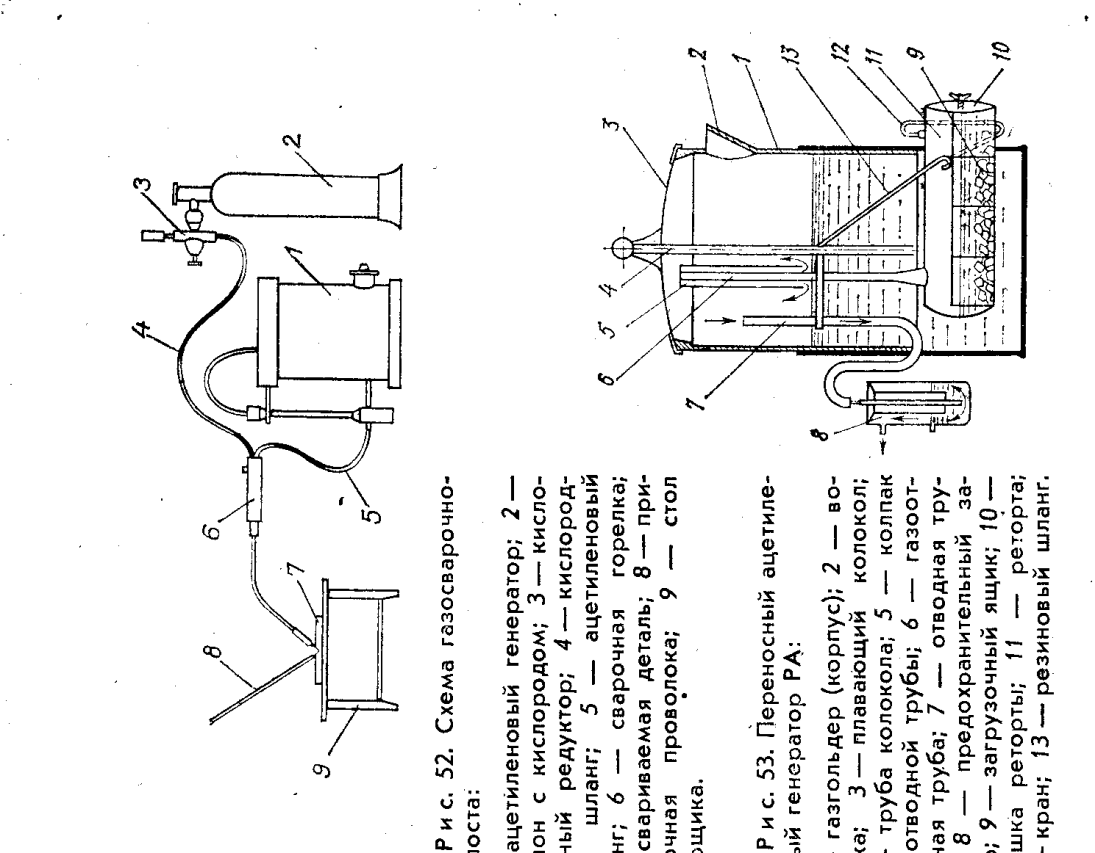
*Газозварювання.* Екскурсія починається з огляду газозварювального поста (рис.1).

Рис 1. Схема газозварювального поста

1 – ацетиленовий генератор; 2 – балон з киснем; 3 – кисневий редуктор; 4 – кисневий шланг; 5 – ацетиленовий шланг; 6 – зварювальна грілка; 7 – зварювана деталь; 8 - присадна проволока; 9 – стіл зварювальника

Учитель фізики знайомить учнів із зварювальним постом і пояснює їм суть газового зварювання, яка полягає в тому, що місце стикання металевих зварюваних частин розплавляється газовим полум’ям і заливають присадним матеріалом; після остигання металу одержується нероз’ємне з’єднання частин, а по лінії стику утворюється шов.

Для утворення газового полум’я необхідні горючий газ і кисень. Горючий газ (ацетилен) одержується в генераторі 1 і потрапляє гумовими шлангами 5 в зварювальну горілку 6. Кисень із балону 2 проходить в редуктор 3, а потім шлангом 4 поступає також в горілку, де змішується з горючим газом. При виході із горілки суміш цих газів запалюють? В результаті чого утворюється полум’я з температурою 3 100 – 3 300 0С, здатне розплавляти метал.

Ацетиленовокисневе зварювання знаходить широке застосування в ремонтній справі.

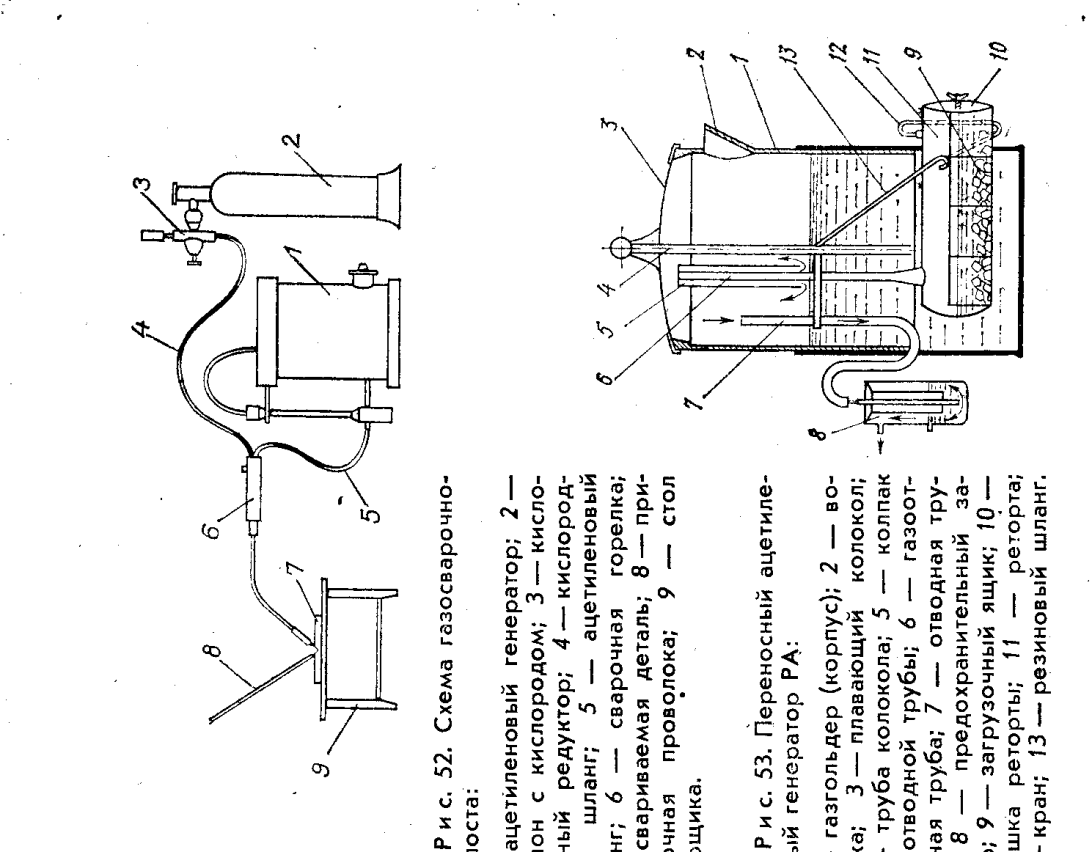
Учитель хімії пояснює учням, як в газогенераторі одержується ацетилен, і знайомить їх з будовою ацетиленового генератора.

Рис. 2. Переносний ацетиленовий генератор РА:

1 – газгольдер (корпус);

2 – воронка;

3 – плаваючий дзвін;

4 – труба дзвону;

5 – ковпак газовідвідної труби%

6 – газовідвідна труба; 7 – відвідна труба; 8 – запобіжний затвор; 9 – ящик завантажувальний; 10 – кришка реторти; 12 – кран; 13 – Гумовий шланг.

На рис 2 показаний переносний ацетиленовий генератор РА. Генератор складається з газгольдера (корпуса) 1 з плаваючим дзвін 3, реторти 11, яка закривається кришкою 10, і других допоміжних частин.

Карбід кальцію засипають в ящик 9, який знаходиться в середині реторти. Газгольдер по трубі 4 і гумовому шлангу 13 через кран 12 поступає в реторту і вступає в хімічну реакцію з карбідом кальцію. Хімічна реакція протікає наступним чином:

СаС2 +2 Н2О = Са(ОН)2 + С2Н2

Карбід кальцію Вода Гашений вапно Ацетилен

Ацетилен із реторти проходить трубою 6 через ковпак 5 під плаваючий дзвін, а потім по відвідній трубці 7 проходить в запобіжний затвор 8, а звідти гумовим шлангом поступає до зварювальної горілки.

При малій витраті під плаваючим коло колом накопичується велика кількість ацетилену. Він піднімає дзвін, і разом з ним гумовий шланг 13, верхній отвір якого виходить із води. В результаті цього подача води в реторту припиняється, припиняється і хімічна реакція утворення ацетилену. По мірі витрати ацетилену дзвін опускається нижче, разом з ним опускається і гумовий шланг, верхній кінець якого занурюється у воду. Гумовим шлангом вода знову поступає в реторту, і хімічна реакція утворення ацетилену відновлюється.

Така конструкція генератора дає можливість автоматично регулювати інтенсивність хімічної реакції в залежності від кількості витраченого ацетилену в одиницю часу і економно витрачати матеріал для його одержання. Якщо вода потрапляє в трубу 7, то закривається запобіжний клапан 8, чим припиняється поставка води в горілку.

Учитель фізики показує учням кисневий балон з редуктором, більш детально пояснює їм будову і принцип дії газової горілки, знайомить їх зі зварювальним полум’ям.

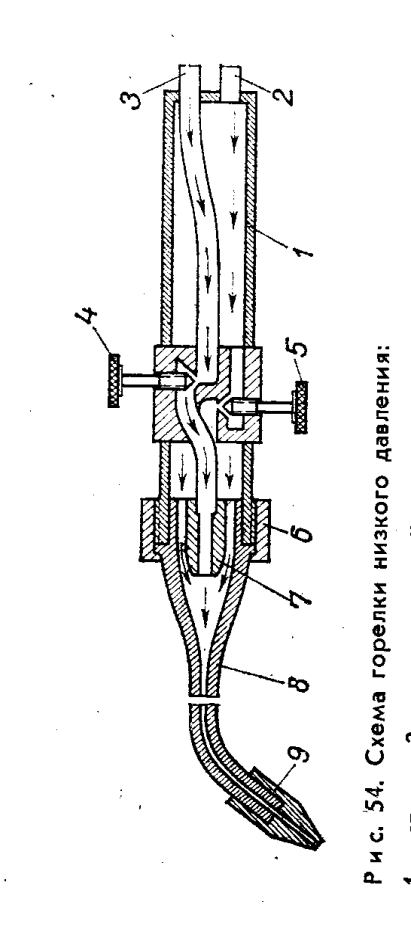
Кисневий балон 2 (рис 1) знаходиться під високим тиском до 15 МПа. Редуктор 3 знижує тиск кисню до 490 кПа. Кисень під зниженим тиском гумовим шлангом поступає до зварювальної горілки 6. Редуктор має два манометри: один із них показує тиск в балоні, а другий – тиск газу, що подається в горілку.

Рис. 3. Схема горілки низького тиску.

1 – ствол; 2 – ацетиленовий ніпель; 3 – кисневий ніпель; 4 – кисневий вентиль; 5 – ацетиленовий вентиль; 6 – накладна шайба; 7 – інжектор; 8 – змінний наконечник; 9 – мундштук.

Будова газової горілки показано на рис 3. Кисень поступає в горілку через ніпель 3, а ацетилен – через ніпель 2. Змішування газів відбувається в інжекторі 7.

Проходячи через вузький канал інжектора, кисень набуває великої швидкості і засмоктує ацетилен, який знаходиться в стволі 1 горілки. Кисень і ацетилен змішуються і виштовхуються каналом наконечника 8 назовні. Щоб отримати полум’я, треба підпалити суміш. Вентилями 4 і 5 можна регулювати кількість кисню і ацетилену і змінити відношення газів у суміші.

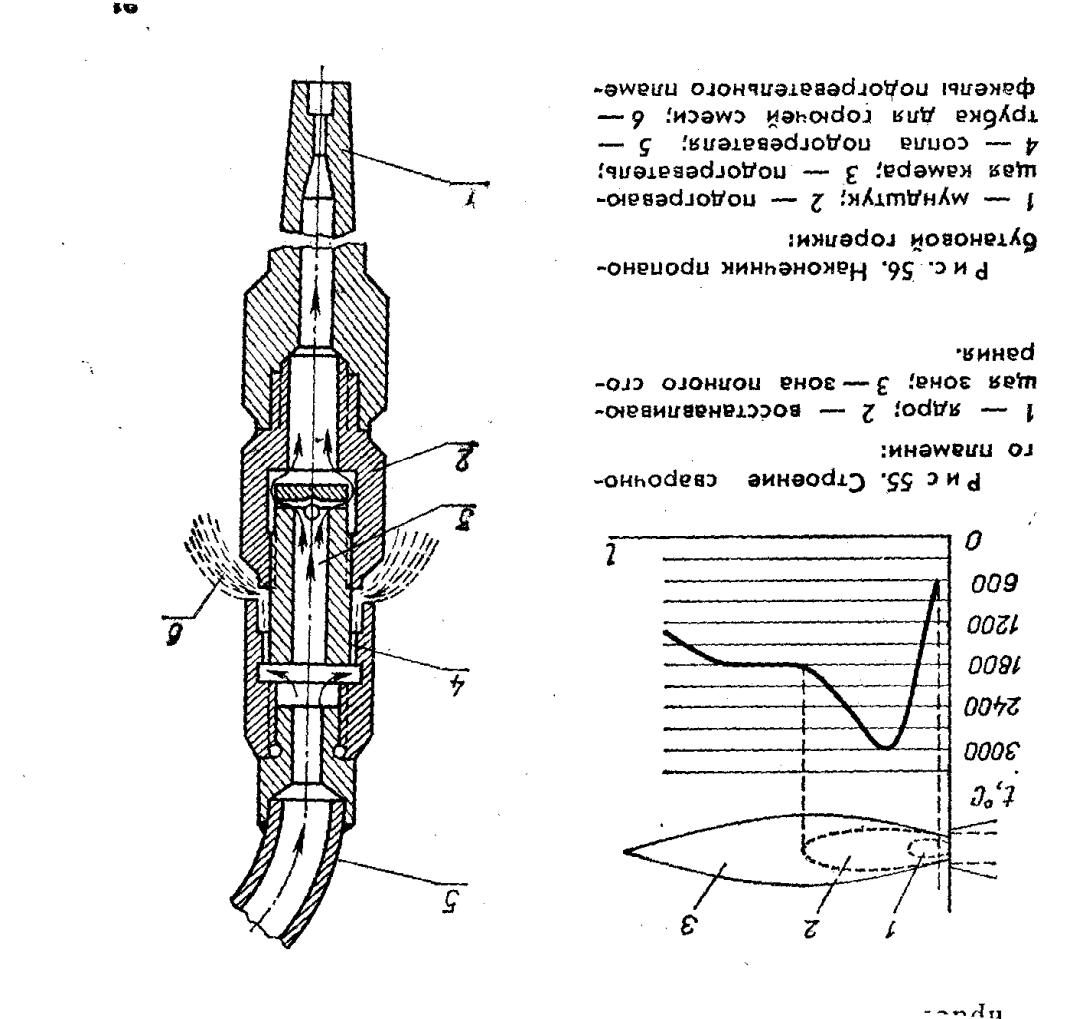


Рис. 4. Будова зварювального полум’я

1 – ядро; 2 – зона відновлення; 3 – зона повного згорання.

Зварювальне полум’я (рис 4) складається із ядра 1, відновлювальної зони 2 і зони повного згорання 3. Температура полум’я в різних його частинах різна. На цьому ж рисунку графічно показано, як змінюється температура полум’я по його довжині.

Учитель хімії дає пояснення про хімічну реакцію при горінні суміші ацетилену з киснем, яка записується наступним чином:

2С2Н2 + 5О2= 4СО2+2Н2О

Ацетилен і кисень для суміші беруть в такому відношенні, щоб при згоранні кожен газ використовувався повністю. При не дотримуванні правильного співвідношення газів одержується їх перевитрата.

Іноді для одержання більш твердого шва способом насиченості металу вуглецем ацетилен, що містить багато вуглецю, беруть з деяким надлишком. Брати кисень з надлишком не можна, так як при цьому метал інтенсивно окисляється, окисли змішуються з рідким металом і утворюють неякісний полий і крихкий шов.

Учитель хімії відмічає, що ацетилен є цінною хімічною сировиною для виробництва синтетичного каучуку, оцтової кислоти, етилового спирту, пластичних мас, медичних препаратів та інших продуктів, необхідних для господарства. Тому, в якості горючого газу все частіше почали використовувати дешеві речовини: пари бензину, гасу, світильний газ, водень, нафтовий газ тощо.

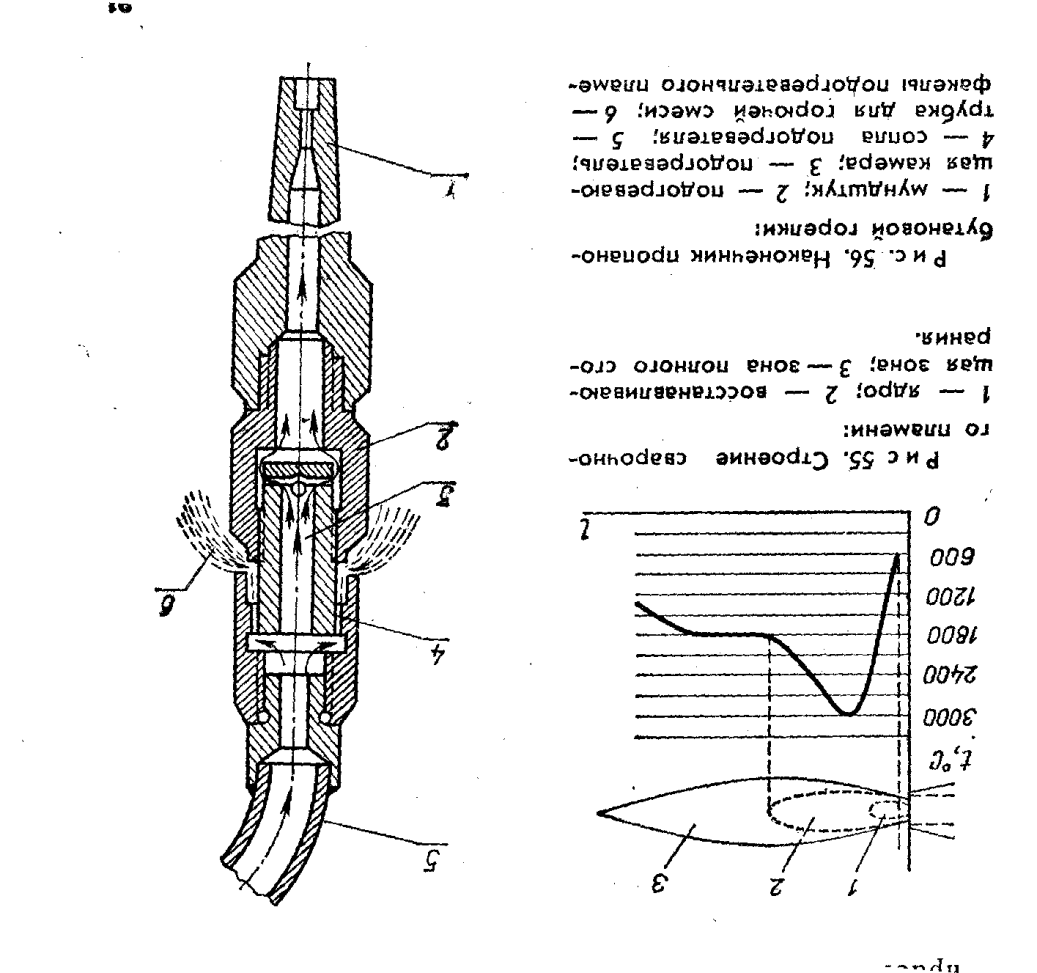
Гази-замінники ацетилену не завжди дають достатньо високу температуру полум’я, що сповільнює і утруднює газозварювання. Для підвищення температури полум’я застосовують спеціальні горілки підігрівним наконечником (рис 5), в яких горюча суміш підігрівається до 300 – 330 0С. Для підвищення температури полум’я використовується також сітчасті мундштуки замість одно соплового. Сітчастий мундштук розділяє газовий потік на малі струмені, внаслідок чого процес горіння прискорюється і температура полум’я підвищується.

Рис.5. Наконечник пропаново-бутанової горілки

1 – мундштук; 2 – підігріваюча камера; 3 – підігрівач; 4 – сопла підігрівача; 5 – труба для горючої суміші; 6 – факели підігрівального полум’я.

Робітник-газозварювальник знайомить учнів з практичною стороною зварювання. В присутності учнів він зварює стик. Для цього зварювальник розплавляє місце стику і пруток припадочного матеріалу тією частиною полум’я, яка має найбільш високу температуру, і по мірі заповнення зварювальної частини стику рідким металом прибирає полум’я і пересовує його до ще не звареної частини. Після прибирання полум’я рідний метал охолоджується і застигає, утворюючи шов.

Зварювальник пояснює учням, як одержати міцний і добрий шов. Показує учням різання металу горілкою. Для цього зварювальник накаляє зону різання металу жовтим полум’ям (зоною повного горіння) до красна, а потім гвинтом 5 (рис 5) прикриває ацетилен і, приставивши мундштук 9 горілки впритул до металу, продуває розжарений метал чистим киснем, повільно пересуваючи при цьому мундштук 9 горілки впритул до металу метал і кисень горить і ріжеться вздовж лінії переміщення мундштука горілки.

Далі зварювальник знайомить учнів з комплектом змінних наконечників (№ 0,1,2,3, ..,7) горілки для газового зварювання. Пояснює, що номер наконечника вибирається в залежності з товщиною зварювального металу. Наприклад, для зварювання металу товщиною від 0,5 до 1,0 мм застосовується нульовий номер наконечника, а для зварювання металу товщиною від 20,0 до 30,0 мм – сьомий номер наконечника.

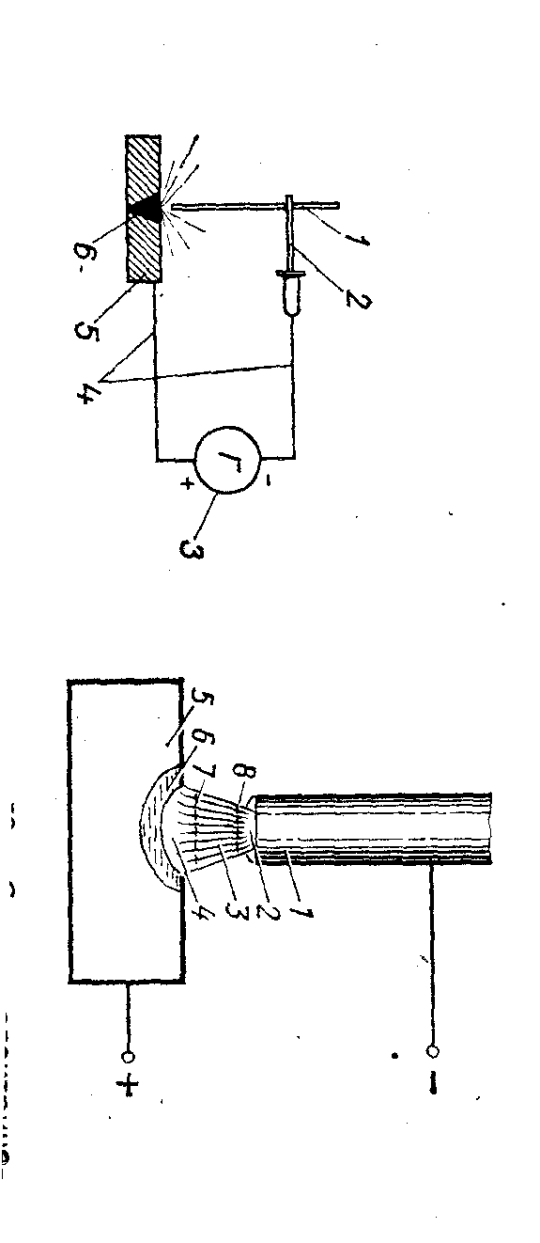
Учитель хімії розповідає учням про те, що хімічний склад присадного матеріалу повинен відповідати хімічному складу зварювального виробу, і показує їм прутки, знайомить їх з маркою і хімічним складом цих прутків.

Він знайомить їх також з флюсами, якими посипають зварювальні поверхні в процесі зварювання. Основне призначення флюсів – попередить зварювальні поверхні від забруднення окислами. Учням показують різноманітні флюси: буру, яка застосовується в якості флюсу для чавуну; суміш складається із 50% бури, 47% двовуглекислого натрію і 3 % кремнієвої кислоти, застосовується також в якості флюсу для чавуну; суміш, яка складається із 70 % бури, 10 % борної кислоти і 20 % повареної солі, застосовується в якості флюсу для міді, та інші.

Учитель фізики розповідає про виникнення при зварюванні внутрішніх напруг, які можуть визвати утворення тріщин і короблення зварювальних виробів. Внутрішні напруги виникають тому, що метал в процесі зварювання нагрівається нерівномірно: сильно нагрівається зона зварювального шва, а другі його частини залишаються малонагрітими або холодними. При охолодженні виробу шов зменшується в об’ємі і розтягує зварювальний з ним основний метал виробу. Напруга, яка виникає у в’язких (пластичних) металах і сплавах, усовується за рахунок розтягу основного металу. Напруги ж, які виникають в крихких сплавах (наприклад, в чавуні), часто приводять до утворення тріщин. Щоб запобігти тріщин при зварюванні чавунних та інших крихких виробів, їх попередньо нагрівають в спеціальних печах до 600 – 800 0С, потім виймають із печі, обмотують азбестом, щоб сповільнити остигання, і зварюють їх, доки вони гарячі. Якщо за час зварювання вироби дуже остигли, то їх знову підігрівають в печі. При завершенні зварювання вироби поміщують в піскову ванну, де вони поступово остигають.

Екскурсовод або учитель фізики знайомить учнів із спеціальною піччю, пісочною ванною і другими пристроями для зварювання крихких металів.

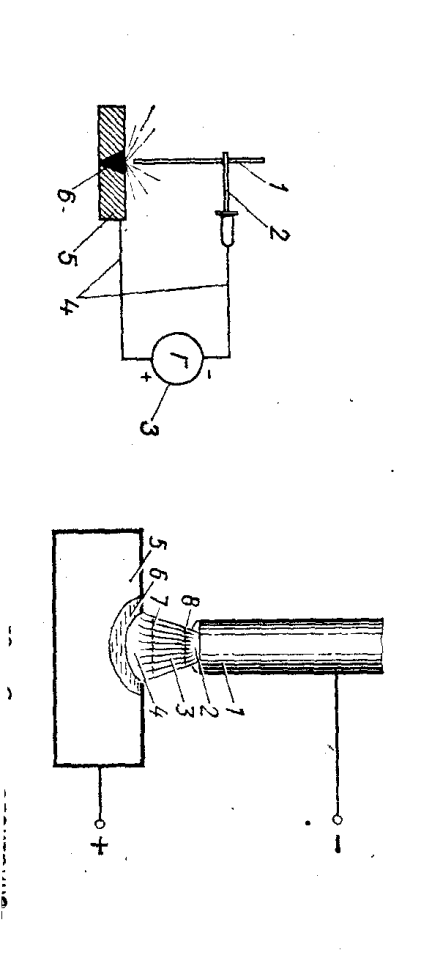
*Електрозварювання.* Далі учні переходять до огляду установки для електродугового зварювання. При електрозварюванні для розплавлення місця стику зварювальних виробів і присадного матеріалу використовується теплота, яка виділяється в провіднику при проходженні ним електричного струму.

Рис.6. Принципові електричні і монтажні схеми поста для ручного дугового зварювання:

а,б – змінним струмом (l – змінна величина відстані між котушками), в,г – постійним струмом

На рис.6 показана схему електрозварювальної установки способом Славянова. Кінець проводу 4, що йде від генератора 3 (зазвичай від позитивного полюсу) або зварювального трансформатора, приєднується до зварювального виробу 5 (до струмопровідного столу, на якому лежить виріб), а до другого затискача генератора або трансформатора з’єднується електроутримувач 2 металевим електродом 1. Електрод слугує присадним матеріалом.

Щоб запалити електричну дугу, замикають коло дотиком електрода із зварювальним виробом. Контакт в місці дотику поганий і тому має великий опір. Відповідно до закону Джоуля-Ленца в місці контакту виділяється велика кількість теплоти, і повітря в невеликому зазорі між електродом і виробом нагрівається і світиться. Розжарене повітря має значну провідність, тому струм в колі не припиняється, коли електрод віддаляють на 3 – 6 мм і більше від зварювального виробу. Між електродами 1 і основним металом 5 (зварювана деталь) утворюється стовп дуги 3 (рис 7), який має температуру в декілька тисяч градусів і випромінюючий яскраве світло. Цей світлий стовп названий електричною дугою тому, що він вигинається дугою вгору, якщо його повернути в горизонтальному положенні, так як на нього діє висхідний конвекційний потік нагрітого навколо повітря.

Рис. 7. Схема електричної зварювальної дуги:

1. - електрод; 2 – катодне пляма; 3 – стовп дуги; 4 – анодна пляма; 5 – основний метал; 6 – зварювальна ванна; 7 – анодна область; 8 – катодна область.

Електрична дуга являє собою особливий стан речовини, названий плазмою і складається із суміші електронів, йонів і нейтральних атомів. У зварювальній дузі найбільш висока температура в середині стовпа 3, яка доходить до 6000 0С, в анодній області 7 – 2 600 0С і в катодній області 8 – 2400 0С, температура зварювальної ванни 6 досягає 1700 – 2000 0С. при використанні струму катодна і анодна області періодично змінюються місцями і температура в них приблизно однакова.

Дугу запалюють на місці зварювання 6 зварювальної деталі 5 (рис 6), де від неї утворюється зварювальна ванна, яка складається із розплавленого металу деталі. На зварювальну ванну стікає розплавлений метал електрода, і ванна заповнюється рідким металом. В процесі зварювання електрод разом з дугою поступово переміщується вздовж лінії зварювання по мірі заповнення ванни рідким металом. Рідкий метал швидко застигає і слідом за дугою, яка переміщується, утворюється міцний зварювальний шов.

Робітник-зварювальник знайомить учнів з практичною стороною електрозварювання. Він в присутності учнів зварює деталі і демонструє правила техніки безпеки (одне з важливих правил – застосування світлозахисних окулярів, так як електрична дуга випромінює осліпляюче яскраве світло). Електрозварювальник розповідає далі, як одержати міцний і добре проварений шов.

Учитель фізики і екскурсовод пояснюють учням, що при зварювані постійним струмом на позитивному полюсі виділяється 43 %, а на негативному полюсі – 36 % із загальної кількості теплоти, яка вивільняється дугою, що враховується при виборі полярності зварювальної деталі [1].

Зварювальні деталі в більшості випадків бувають масивніші електроду і потребують для свого нагрівання велику кількість теплоти, ніж електрод. Тому, щоб деталь добре нагрілася, потрібно її з’єднати з позитивним полюсом, де виділяється більше теплоти, а електрод – з негативним полюсом. Це дає гарне проварювання шва.

При зварювані тонких деталей (з товщиною стінки менш як 3 мм) застосовують постійний струм з зворотною полярністю (позитивний полюс джерела струму з’єднують з електродом, а негативний – з деталлю).

Учням треба пояснити, що для електрозварювання масивних деталей змінний струм не застосовується, так як при його використанні в деталі і електроді виділяється однакова кількість теплоти. Тому менш масивний електрод нагрівається сильніше, і розплавлені краплі електроду стікають на недостатньо нагріту поверхню деталі, і шов одержується менш міцним. Для зварювання невеликих деталей змінний струм можна застосовувати.

Проте електрозварювання постійним струмом має ряд переваг. При використанні постійного струму дуга тримається стійко (не гасне і не обривається), шов отримується міцний і надійний.

Екскурсовод або зварювальник пояснює, що діаметр електрода, який слугує одночасно присадним матеріалом, вибирається при електродуговому зварюванні в залежності від товщини зварювальної деталі. Наприклад, для зварювання деталей товщиною до 2 мм застосовується електрод діаметром від 1,5 до 2.0 мм, а для деталей товщиною від 15 до 25 мм – електрод діаметром від 0,8 до 12,0 мм.

Учитель хімії розповідає про необхідність відповідності електрода і зварювального виробу за хімічним складом. Він показує учням декілька електродів різних марок і знайомить їх з хімічним складом цих електродів, а також знайомить учнів з тонкими і товстими обмазками електродів різних марок.

Тонкі обмазки застосовуються тільки для придання стійкості горіння дуги, із них найбільш поширена крейдова обмазка, яка складається із крейди (80 – 85%) і рідкого скла.

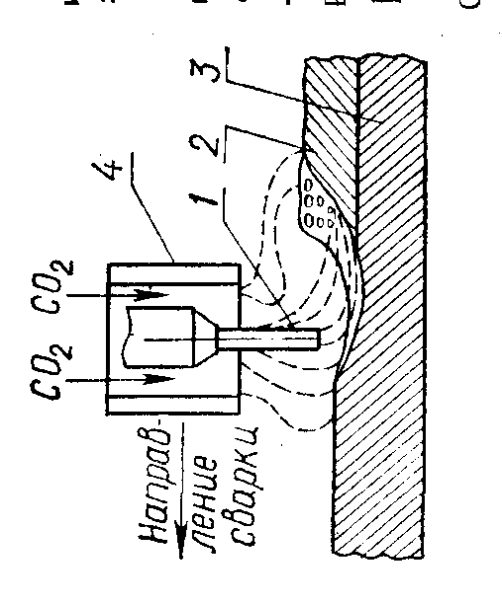
Товсті обмазки застосовуються як для стійкості горіння дуги, так і підвищення якості зварювання. Якість зварювання вважається високим тоді, коли одержується зварювальне з’єднування, рівноміцне основному металу деталі [1].

На кінець екскурсії учні оглядають установку для автоматичного зварювання і наплавлення.

Наплавлення представляє собою процес нанесення шару розплавленого металу на поверхню деталі. Після затверднення наплавлений шар утворює одне ціле з основним металом деталі. Наплавленням відновлюють деталі зі значним зношенням, наприклад осі, ланки гусениць, опорні котки, направляючі колеса. На робочій поверхні деталей, які піддаються великому зношуванню, наплавленням наноситься шар сплаву з високою твердістю і зношенням. Наплавленням можна також нанести на поверхню деталі шар, який є кисло стійким, жаростійким та іншими заданими властивостями.

Учитель хімії пояснює, що в процесі газового і електродугового зварювання і наплавлення велику шкоду завдає кисень, який міститься у повітрі. Кисень окислює метал, утворюючи окисли змішуються з рідким металом і погіршує якість зварювання і наплавлення.

Для захисту розплавленого металу від агресивних дій повітря широке поширення одержало зварювання і наплавлення в середовищі захисного газу (вуглекислий газ, водяна пара тощо).

 Рис 8. Схема дугового зварювання і наплавлення у середовищі вуглекислого газу:

1 – електродна проволока; 2 – наплавлений метал; 3 – основний метал; 4 – головка.

Схема дугового зварювання і наплавлення в середовищі показана на рис 8.

Електродна присадна проволока 1 із бухти поміщається в спеціальну головку 4, яка рівномірно приближає її до основного металу 3 по мірі оплавлення. Одночасно через порожнину головки у факел дуги подається попередньо підігрітий вуглекислий газ, що поступає з балону, який відсторонює повітря від місця зварювання або наплавлення.

*Питання для підсумкової бесіди*

1. У чому суть газового зварювання?
2. Як відбувається надходження ацетилену і змішування його з киснем в газовій горілці?
3. Метал на ділянці зварювального шву при зварюванні нагрівається і розширюється. Чи не піддається ділянка шву розтягу після остигання деталі? До чого може привести цей розтяг? Як зварюють чавун та інші крихкі сплави, щоб в них після остигання шва не з’явилися тріщини?
4. У чому суть електродугового зварювання?
5. Накресліть схему установки для електродугового зварювання і покажіть, як проходить струм від плюса до мінуса генератора (від одного полюса трансформатора до другого його полюса).
6. На якому фізичному законі основане електрозварювання?
7. Яку перевагу має зварювання постійним струмом перед зварюванням змінним струмом?
8. Для чого застосовується наплавлення деталей металами, сплавами? Яка роль флюсів і захисних газів при зварюванні та наплавленні?

Література

1. Ачкасов К.А. Прогрессивные способы ремонта сельско-хозяйстенных техники. – М.: Колос, 1985.
2. Политехническое образование и профориентация учащихся в процессе преподавания физики в средней школе /под ред. А.Т.Глазунова, В.А. Фабриканта. – М.: Просвещение, 1985.