**Лекция**

**Экологические проблемы резки металла**

Резку металла можно осуществить механическим и термическим путем.

 Механическая резка металла осуществляется с помощью ножниц различного типа и фрез. Это наиболее экологичный способ резки металла, но он не всегда применим.

Термическая резка металла основана на расплавление металла по шву реза тем или иным способом. Процесс расплавления осуществляется тремя способами:

* Огневой резкой;
* Плазменной резкой;
* Лазерной резкой.

Термическая резка металла полагает расплавление металла по месту разреза за счет термического воздействия. Металла из места большей частью испаряется с образованием плавильной пыли, выбрасываемой в атмосферу, либо затвердевает в месте резки в виде грата (скрапа), который затем счищается. Чем выше температура термического воздействия, тем большая часть металла переходит в пар, чем ниже температура, тем большая часть металла остается в виде шлака (грата) на швах. Грат после зачистки разрезанных заготовок переходит в отход в виде опилок.

Количество плавильной пыли, выброшенной окружающую среду, зависит от ширины разреза, толщины металла. Мощность выброса зависит также от скорости резки.

 Mп= ф Ншpw ( 1 )

Где M – мощность выброса ( г/с); ф- доля металла переходящая в пыль; Н- толщина заготовки; ш – ширина реза; p - плотность металла (кг/м3); w- скорость реза.

 Чем выше температура в зоне реза, тем большая часть расплавляемого металла будет испаряться и превращаться в пыль, чем ниже тем больше металла буте в виде расплава налипать на края реза или стекать вниз в виде грата. Кроме того испарению металла способствует образование брызг, чем их больше, тем больше площадь испарения металла и больше образуется плавильной пыли.

Вся плавильная пыли образующаяся в процессе резки мелкодисперсна. Размер ее должен приближаться к нано размерам, так как пары металла сразу попадают в окружающую среду с низкой температурой, где сразу конденсируются и затвердевают.

Согласно уравнению Максвела рост капли конденсата подчиняется уравнению

*dm/dt = 4πrD·(с∞ –с0)*

где dm/dt – скорость прироста капли; r - ее размер ; D – коэффициент диффузии;

с∞ – концентрация пара в окружающей среде; с0– концентрация насыщенного пара.

Коэффициент диффузии пара в газе, зависит от температуры среды и чем ниже она тем меньше она тем, меньше прирост капли. Таким образом пары металла , образующиеся при резке попадая в холодны. Окружающую среду конденсируются на множестве центром конденсации увеличивая счетную концентрацию пыли, но уменьшая ее размер. Малая концентрация паров в окружающей среде также приводит у меньшению размера конденсата. Кроме того сконденсировавшаяся капля практически мгновенно затвердевает. В результате размер частиц пыли образующийся при резке достигает только наноразмеров.

Если процесс резки протекает без защитной атмосферы , то в высокотемпературной зоне разки происходит взаимодействие кислорода и азота с образованием оксида азота. Чем выше температура резки тем больше образуется этого газа. При Порезке высокоуглеродистой стали могут образовываться также выбросы угарного газа, как продукта неполного горения углерода входящего в состав стали.

Если разрезается грязный или окрашенный металла, то в окружающую среду выбрасываются испарения , состоящие из загрязнение и органических покрытий..

**Газовая резка металла**

Под газопламенной резкой (чаще ее называют кислородной) понимают способ разделения металла по прямому или криволинейному контуру. Метод основан на использовании для нагрева смесь горючих газов с кислородом и экзотермической (с выделением тепла) реакции окисления металла. Суть кислородной резки заключается в сгорании железа в струе чистого кислорода, нагретом до температуры, близкой к плавлению. Для удаления оксидов железа из зоны реза используется кинетическая энергия режущего кислорода. Сам процесс резки включает в себя стадию подогрева металла ацетиленовым (или другим заменителем) пламенем и непосредственную резку струей режущего кислорода.

Плавильная пыль газовой резки содержит в своем составе все оксида металлов, входящих в состав разрезаемого материала – это оксиды железа , марганца, никеля , хрома и других компонентов стали. Размер частиц находится в диапазоне 0,01-0,1 мкм, что объясняется тем , что пыль образуется в зоне резкого перепада температур с низкой концентрацией испаряемого материала, струя холодного газа, вытекающего из резака способствует быстрому охлаждению паров, и прекращению процесса конденсации. Медианный размер частиц пыли образующейся при газовой резке составляет 0,045-0,05 мкм. Химический состав пыли представлен на 65- 82% оксидами железа, 1-1,43 % SiO2, содержание остальных оксидов металлов зависит от концентрации их в заготовке.

Мощность выброса зависит от толщины заготовки и скорости реза. Такая пыль особенно опасна для организма человека, так как легко проникает в дыхательная пути , пищевод и даже в кожу.

В процесс газовой резки металла в окружающею среду выбрасывается СО и NOх содержание которых в отходящих газах составляет 0,3-0,5 г/ м3 и 0,03-0,1 г/м3

Если для повышения температуры пламени в струю подается керосин , бутан или дугой горючий компонент, в выбросах присутствует определенное количество органических веществ, среди которых есть такое стойкое органическое соединение , как бензоперен. Содержание углеводородов в выбросах достигает 0,03- 1 г/м3.

 Огневая резка чаще всего применяется для разделки металлолома. В случае лома загрязненного органическими веществами ( мазутом, горюче-смазочными веществами, СОЖ, пластиковых покрытий) в окружающую среду выбрасываются такое углеродные соединения как толуол, бензол, фенол, ксилол, бензоапенин и соксиды серы. При разделке окрашенного судового и автомобильного лома в окружающую среду выбрасываются оксиды свинца, меди, цинка и т. д, т. е металлов входящих в состав красок.

 Переработка лома газовой резкой связана с тяжелыми условиями труда. На площадках разделки лома превышение предельно-допустимых концентраций достигает веществ достигает 100 ПДК. Из-за отсутствия локальных отсосов все выбросы неорганизованные. В случае обеспечения аспирации для очистки газов от пыли допустимо использовать только матерчатые филтры новых поколений или фильтры металлокерамические.

При использовании ацетиленовой резки металлов образуется токсичный отход – карбидный ил, который относится к третьему классу опасности и требует захорошения.

**Плазменная резка**

 **Плазменная резка** — вид [плазменной](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D0%B0%D1%8F_%D0%BE%D0%B1%D1%80%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%BA%D0%B0) обработки материалов, при котором в качестве режущего инструмента вместо [резца](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A0%D0%B5%D0%B7%D0%B5%D1%86) используется струя [плазмы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0). Между [электродом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B4) и [соплом](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BE%D0%BF%D0%BB%D0%BE) аппарата, или между электродом и разрезаемым металлом зажигается [электрическая дуга](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%AD%D0%BB%D0%B5%D0%BA%D1%82%D1%80%D0%B8%D1%87%D0%B5%D1%81%D0%BA%D0%B0%D1%8F_%D0%B4%D1%83%D0%B3%D0%B0). В сопло подаётся газ под давлением в несколько [атмосфер](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%82%D0%BC%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%B5%D1%80%D0%B0_%28%D0%B5%D0%B4%D0%B8%D0%BD%D0%B8%D1%86%D0%B0_%D0%B8%D0%B7%D0%BC%D0%B5%D1%80%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D1%8F%29), превращаемый электрической дугой в струю [плазмы](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9F%D0%BB%D0%B0%D0%B7%D0%BC%D0%B0) с температурой от 5000 до 30000 градусов и скоростью от 500 до 1500 м/с. Толщина, разрезаемого металла, может доходить до 200 мм. Первоначальное зажигание дуги осуществляется высоковольтным импульсом или коротким замыканием между [форсункой](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%BE%D1%80%D1%81%D1%83%D0%BD%D0%BA%D0%B0) и разрезаемым металлом. Форсунки охлаждаются потоком газа (воздушное охлаждение) или жидкостным охлаждением. Воздушные форсунки как правило надежнее, форсунки с жидкостным охлаждением используются в установках большой мощности и дают лучшее качество обработки. Используемые для получения плазменной струи, газы делятся на активные ([кислород](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B8%D1%81%D0%BB%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4), [воздух](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B7%D0%B4%D1%83%D1%85)) и неактивные ([азот](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%B7%D0%BE%D1%82), [аргон](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D1%80%D0%B3%D0%BE%D0%BD), [водород](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B4), [водяной пар](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%BE%D0%B4%D1%8F%D0%BD%D0%BE%D0%B9_%D0%BF%D0%B0%D1%80)). Активные газы в основном используются для резки [чёрных металлов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D1%91%D1%80%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%8B), а неактивные — [цветных металлов](http://ru.wikipedia.org/wiki/%D0%A6%D0%B2%D0%B5%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D0%BB%D1%8B) и сплавов

Плазменная резка сопровождается действием вредных факторов: интенсивным высокочастотным шумом, выделением пыле-газовых смесей, содержащих конденсат паров и оксиды металлов, озон и оксиды азота, интенсивным излучением в оптическом диапазоне, тепловым излучением. Мерами по снижению действия вредных факторов являются применение звукоэкранирующих устройств, средств вентиляции.

При использовании плазменной резки в окружающую среду выбрасывается плавильная пыли в виде тонкодисперсных оксидов, продукт окисления углерода в черных металлах, оксид азота, образующийся в зоне плазмы и озон всегда образующийся в зоне высоких температур.

Согласно формулы ( ) количество плавильной пыли образующейся при плазменной резке должно быть ниже чем при газовой, так как ширина реза металла получается уже, однако скорость реза значительно выше, что должно обеспечивать большую мощность выброса при той же, но при меньшей массе выброса. Кроме того, при лазерной резке температура в зоне реза значительно выше , чем при газовой резке, что обеспечивает практически полное испарение металла в зоне реза, а следовательно большее пылевыделение. В связи с этим необходимо обеспечивать аспирацию газов непосредственно из зоны реза и направление его на очистку в матерчатые или металлокерамические фильтры.

Всвязи с тем, что при плазменной резке не используются газа содержащие углеводороды выбросов этих веществ при плазменной резке не происходит. Нет и образования других видов отходов кроме металлолома и уловленной пыли.

Перспективным средством локализации вредностей, сопровождающих плазменную резку являются методы резки с использованием воды: резка под слоем воды, резка с водяным колоколом, резка на воду и др. , что практически полностью подавляет выбросы.

 Этот метод обработки и резки металлов считается в сегодняшней промышленности одним из самых эффективных и экономичных. Это связано с тем, что выполняется он с помощью определенной плазменной установки. Плазменная резка металла существенно снижает появление разного рода отходов и при этом на порядок ускоряет и упрощает саму процедуру. Подобный способ помогает осуществлять высококачественную разрезку различных типов металлов и при этом не требует лишних энергетических затрат.

**Лазерная резка металла**

 Это очень эффективный и технологичный метод резки металлов. [Лазерная резка металла](http://rezka16.ru/) дает возможность осуществлять раскрой материала абсолютно любой толщины независимо от его теплофизических показателей. Проводится этот метод раскроя с помощью узконаправленного луча лазера, который под компьютерным управлением направляется на разрезаемую поверхность. В конечном результате получается разрез высокой точности с незначительными затратами энергоресурсов. За счет того, что в этом случае не допускается механическое воздействие на стальную поверхность, можно избежать ее деформации. Достаточно простое управление процедурой резки позволяет задействовать этот метод даже в наиболее сложных случаях, когда нужно получить детали с идеальным контуром.

. В процессе резки, под воздействием лазерного луча материал разрезаемого участка плавится, возгорается, испаряется или выдувается струей газа. При этом можно получить узкие резы с минимальной зоной термического влияния.

Узкая зона реза обеспечивает минимальное количество выбросов плавильной пыли.

***Лазерное излучение***— вынужденное (посредством [*лазера*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80/)) испускание атомами вещества порций-квантов электромагнитного излучения. Следовательно, лазер (оптический квантовый генератор) — это генератор электромагнитного излучения оптического диапазона, основанный на использовании вынужденного (стимулированного) [*излучения*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%98%D0%B7%D0%BB%D1%83%D1%87%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/). Наибольшее распространение в промышленности получили лазеры, генерирующие электромагнитные излучения с длиной волны 0,33; 0,49; 0,63; 0,69; 1,06; 10,6 мкм.

Воздействие на человека (при работе с лазерными установками) оказывают прямое (непосредственно из лазера), рассеянное и отраженное излучения. Степень неблагоприятного воздействия зависит от параметров Л. и., прежде всего от длины волны, мощности (энергии) излучения, длительности воздействия, частоты следования импульсов, а также от размеров облучаемой области ("размерный эффект") и анатомо-физиологических особенностей облучаемой ткани (глаза, кожа). Энергия Л. и., поглощенная тканями, преобразуется в др. виды энергии: тепловую, механическую, энергию фотохимических процессов, что может вызывать ряд эффектов: тепловой, ударный, светового давления и пр.

В настоящее время доказано, что на месте воздействия луча [*лазера*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%9B%D0%B0%D0%B7%D0%B5%D1%80/) возникает первичный биологический эффект — ожог с резким повышением температуры. Локальное повышение температуры приводит к вскипанию тканевой, межтканевой и клеточной жидкости, образованию пара и огромному [*давлению*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%94%D0%B0%D0%B2%D0%BB%D0%B5%D0%BD%D0%B8%D0%B5/). Последующий [*взрыв*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%92%D0%B7%D1%80%D1%8B%D0%B2/) и ударная волна распространяются на окружающие ткани, вызывая их гибель.

Л. и. представляет опасность для глаз. Могут быть поражены сетчатка, роговица, радужка, хрусталик. Короткие импульсы (0,1—10…14 с), которые генерируют лазеры, способны вызвать повреждения за значительно более короткий промежуток времени, чем тот, который необходим для срабатывания защитных физиологических механизмов (мигательный рефлекс 0,1 с). Отражающая способность кожного покрова в видимой области спектра высокая. Л. и. дальней инфракрасной области начинает сильно поглощаться кожей, возникает опасность ожогов. Данные исследований свидетельствуют о том, что Л. и. видимой области спектра вызывает сдвиги в функционировании эндокринной и иммунной систем, центральной и периферической нервной системы, белкового, углеводного и липидного обмена. Длительное хроническое действие Л. и. длиной волны 1,06 мкм вызывает вегетативно-сосудистые нарушения. Практически все исследователи, изучавшие состояние [*здоровья*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%97%D0%B4%D0%BE%D1%80%D0%BE%D0%B2%D1%8C%D0%B5/) лиц, обслуживающих лазеры, подчеркивают более высокую частоту обнаружения у них астенических и вегетативно-сосудистых расстройств. Наиболее характерными у работающих с лазерами являются астения и вегетососудистая дистония.

Нормирование. Действующие правила устанавливают: предельно допустимые уровни (ПДУ) Л. и. в диапазоне волн 180—106 нм при различных условиях воздействия на

 Наличие др. [*вредных и опасных производственных факторов*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%92%D1%80%D0%B5%D0%B4%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%B8%20%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BF%D1%80%D0%BE%D0%B8%D0%B7%D0%B2%D0%BE%D0%B4%D1%81%D1%82%D0%B2%D0%B5%D0%BD%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D1%84%D0%B0%D0%BA%D1%82%D0%BE%D1%80%D1%8B/) в значительной степени определяется классом опасности лазера.

Средства защиты от Л. и. должны обеспечивать предотвращение воздействия излучения или снижение его величины до уровня, не превышающего допустимого. К СКЗ от Л. и. относятся: ограждения, защитные экраны, блокировки и автоматические затворы, кожухи и др. СИЗ от Л. и. включают: [*защитные очки*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%97%D0%B0%D1%89%D0%B8%D1%82%D0%BD%D1%8B%D0%B5%20%D0%BE%D1%87%D0%BA%D0%B8/), щитки, [*маски*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%9C%D0%B0%D1%81%D0%BA%D0%B0/) и др. СКЗ должны предусматриваться на стадии проектирования и монтажа лазеров, при организации рабочих мест, при выборе эксплуатационных параметров. Выбор средств защиты должен производиться в зависимости от класса лазера, интенсивности излучения в [*рабочей зоне*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%A0%D0%B0%D0%B1%D0%BE%D1%87%D0%B0%D1%8F%20%D0%B7%D0%BE%D0%BD%D0%B0/), характера выполняемой работы. Показатели защитных свойств средств защиты не должны снижаться под воздействием др. вредных и опасных факторов ([*вибрации*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%92%D0%B8%D0%B1%D1%80%D0%B0%D1%86%D0%B8%D1%8F/), температуры и т. д.). Конструкция средств защиты должна обеспечивать возможность смены основных элементов (светофильтров, экранов, [*смотровых стекол*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%A1%D0%BC%D0%BE%D1%82%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%B5%20%D1%81%D1%82%D0%B5%D0%BA%D0%BB%D0%BE/) и пр.). СИЗ глаз и лица (защитные очки и щитки), снижающие интенсивность Л. и. до ПДУ, должны применяться только в тех случаях (пусконаладочные, ремонтные и экспериментальные работы), когда СКЗ не обеспечивают [*безопасность*](http://slovari.yandex.ru/~%D0%BA%D0%BD%D0%B8%D0%B3%D0%B8/%D0%9E%D1%85%D1%80%D0%B0%D0%BD%D0%B0%20%D1%82%D1%80%D1%83%D0%B4%D0%B0/%D0%91%D0%B5%D0%B7%D0%BE%D0%BF%D0%B0%D1%81%D0%BD%D0%BE%D1%81%D1%82%D1%8C/) персонала.