



Металлургия и сварочное производство. Способы сварки

Металлургия и сварочное производство составляют технологическую основу тяжелой промышленности.



Сварка — это процесс получения неразъемных соединений посредством установления межатомных связей между свариваемыми частями при их нагревании или пластическом деформировании.

Сварка -- основа заготовительного производства

Это процесс создания неразъемного соединения на атомарном уровне.

Три основных вида сварки:

1

Термический
(плавление)

2

Термомеханический
(давление + нагрев)

3

Механический
(давление/трение)



Сварные соединения и

Основные символы сварных и паяных швов, а также других соединений

Название	Эскиз	Графический символ
Шов с отбортовкой (края полностью оплавлены)		
Стыковой шов без разделки кромок		
Односторонний стыковой шов с V-образной разделкой кромок		
Односторонний стыковой шов со скосом одной кромки		
Односторонний стыковой шов с U-образной разделкой кромок и большим притуплением		
Односторонний стыковой шов со скосом одной кромки и большим притуплением		
Односторонний стыковой шов с U-образной разделкой кромок		
Односторонний стыковой шов с J-образной разделкой кромок		
Подварочный шов		
Угловой шов		



Стыковые



Тавровое



Угловое



Нахлесточное

Опознавание электродов		
Точечный шов (раздельная сварка)		
Линейный шов (раздельная сварка)		
Односторонний стыковой шов с скосом одной кромки		
Торцевой шов		
Наплавка		

Существуют десятки способов сварки, которые классифицируются:

1

Термический класс (сварка плавлением): источники тепла расплавляют кромки деталей. Сюда относятся электродуговая (MMA, MIG/MAG, TIG), газовая, плазменная, лазерная и электронно-лучевая сварка.

2

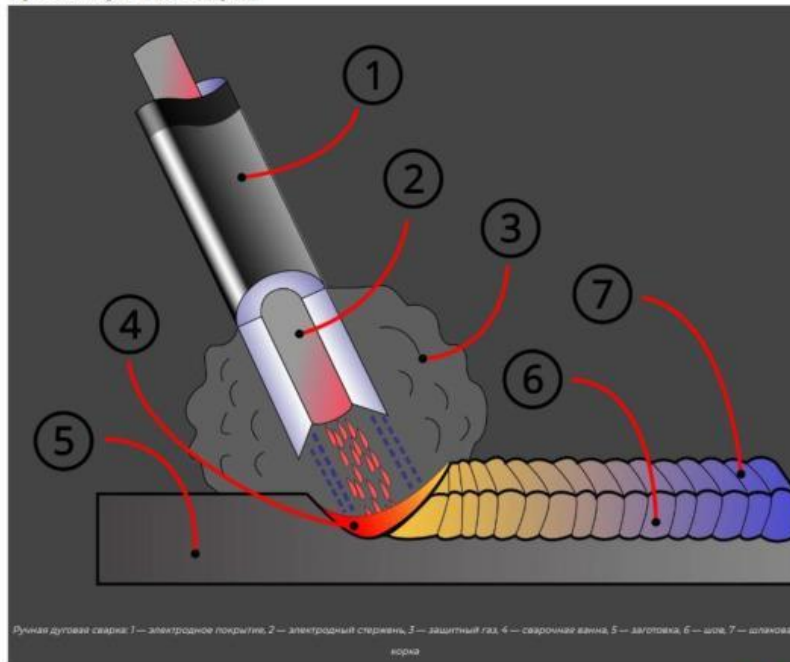
Термомеханический класс: сочетает нагрев и давление. Примеры: контактная точечная и стыковая сварка, диффузионная сварка.

3

Механический класс: соединение происходит за счет давления или трения без расплавления. Примеры: сварка трением (включая сварку трением с перемешиванием — FSW), холодная и ультразвуковая сварка.



Ручная дуговая сварка

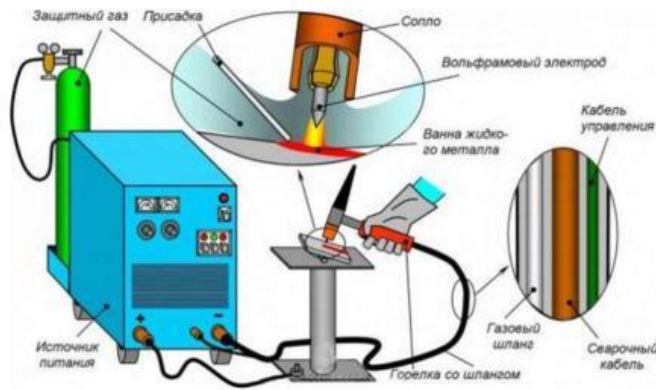


Автоматизация сварочных процессов — главный тренд современного производства, необходимый для повышения производительности, исключения человеческого фактора и работы в опасных зонах. Автоматизация делится на три уровня:

1. Механизированная сварка: полуавтоматы, где сварщик вручную перемещает горелку, но проволока подается автоматически (MIG/MAG).

2. Автоматическая сварка: специализированные сварочные тракторы и станки, движущиеся по заданной траектории без прямого участия человека.

3. Роботизированная сварка: использование многоосевых промышленных роботов-манипуляторов. Современные роботы оснащаются системами технического зрения и лазерного сканирования шва (адаптивная сварка), что позволяет им самостоятельно корректировать траекторию в реальном времени.



Высокотехнологичные методы соединения металлов

- **Лазерная и электронно-лучевая сварка:** высокая концентрация энергии, минимальная зона термического влияния, глубокое проплавление.
- **Сварка трением с перемешиванием (FSW):** соединение металлов (особенно алюминия) в твердой фазе без расплавления.



Точечная сварка под микроскопом



Сварочный робот с полый рукой серии RH06A2

Механизация. Автоматизация. Роботизация

- Использование многоосевых роботов-манипуляторов (KUKA, Fanuc, Motoman).
- **Адаптивная сварка:** системы технического зрения для автоматической корректировки траектории шва.

Экология промышленного производства

Металлургия и сварка традиционно относятся к отраслям с высокой экологической нагрузкой.

Проблемы металлургии: огромные выбросы углекислого газа, диоксида серы, оксидов азота, образование миллионов тонн шлака и шлама, загрязнение сточных вод тяжелыми металлами (утилизация твердых отходов).

Вредные факторы сварки: выделение сварочных аэрозолей, содержащих токсичные соединения марганца, хрома, никеля, фтора, ультрафиолетовое излучение и шумовое загрязнение.





Экология промышленного производства



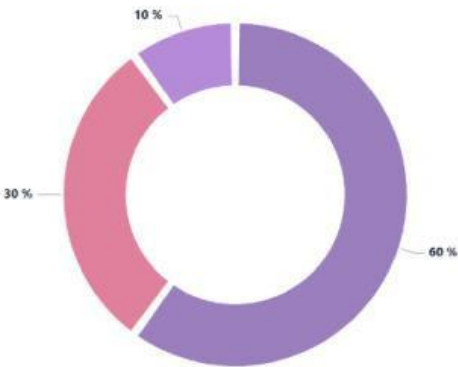
Параметр	Выделение марганца	Выделение хрома	Выделение никеля	УФ-излучение (мВт/см ²)	Шумовое загрязнение (дБ)
Концентрация (мг/м ³)	0,1	0,05	0,02	—	—
ПДК (мг/м ³)	0,5	0,1	0,05	1,0	80
Токсическое воздействие	Высокое	Среднее	Низкое	Высокое	Высокое
Средства защиты	Респираторы	Респираторы	Респираторы	Специальные очки	Шумозащитные наушники
Допустимое время воздействия (мин)	20	30	60	В соответствии с нормами освещения	В соответствии с нормами шума

В условиях металлургического и сварочного производства необходимо **контролировать концентрацию марганца, хрома и никеля** в воздухе, поскольку их превышение ПДК может привести к высокому, среднему и низкому уровням токсического воздействия соответственно. Для защиты работников от вредных веществ используются респираторы, а от ультрафиолетового излучения и шума — специальные очки и шумозащитные наушники. Допустимое время воздействия на вредные факторы регламентировано соответствующими нормами.



Безотходные и «зеленые» технологии в металлургии

● Доля угля в металлургии ● Доля водорода в металлургии ● Доля других источников энергии в металлургии



В металлургии доля угля составляет 60%, водорода — 30%, других источников энергии — 10%. Переход к использованию водорода вместо угля способствует снижению углеродного следа, так как вместо CO2 на выходе получается H2O.

Безотходные и «зеленые» технологии в металлургии

Для снижения углеродного следа и защиты окружающей среды внедряются принципы **циркулярной экономики** и **зеленые технологии**:



Green Steel: Использование водорода вместо кокса для прямого восстановления железа. Выброс — чистый пар.

Электросталеплавление: вторичная переработка лома снижает энергозатраты на 75%.

Циркулярная экономика: 100% переработка доменных шлаков в строительные материалы.



КАК ЭКОНОМИТЬ МЕТАЛЛ ПРИ ПОЛУЧЕНИИ ДЕТАЛЕЙ

Основные методы включают:

Применение аддитивных технологий (3D-печать металлом): традиционная механическая обработка (фрезерование) превращает до 70% заготовки в стружку. 3D-печать (технологии SLM, DMD) выращивает деталь послойно, снижая отходы практически до нуля.

Точное литье и штамповка: переход от обработки резанием к методам точного литья по выплавляемым моделям или получению деталей точной объемной штамповкой.

Оптимизация раскроя: использование компьютерного САПР-моделирования (Nestix, Astra и др.) для автоматического лазерного или плазменного раскроя листового металла с минимальным остатком.

Использование высокопрочных сталей: уменьшение толщины и веса конструкций без потери несущей способности.

 **LIVEWORKSHEETS**



Экономия металла
снижает
себестоимость
продукции и
уменьшает
углеродный след.

Как экономить металл при получении деталей

Параметр	Точное литьё	Штамповка	Nestix	Astra	Раскрой
Метод обработки	Литьё по выплавляемым моделям	Объёмная штамповка	САПР-моделирование	САПР-моделирование	Лазерный или плазменный раскрой
Тип производства	Сложное литьё	Объёмные детали	Программное моделирование	Программное моделирование	Раскрой листового металла
Снижение отходов	Возможно	Возможно	Снижается	Снижается	Снижается
Тип металла	Различные сплавы	Различные металлы	Различные металлы	Различные металлы	Различные металлы
Точность детали	Высокая	Высокая	Высокая	Высокая	Минимальная обрезка

В металлургии и сварочном производстве используются различные методы обработки, такие как **литьё по выплавляемым моделям, объёмная штамповка, САПР-моделирование и лазерный или плазменный раскрой**. Каждый из этих методов имеет свои особенности: литьё и штамповка обеспечивают *высокую точность деталей* и возможность работы с различными сплавами и металлами, в то время как методы раскроя и САПР-моделирование способствуют *снижению отходов и позволяют эффективно работать с листовым металлом*.

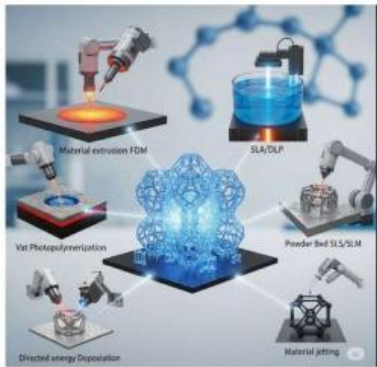
Использование высокопрочных сталей: уменьшение толщины и веса конструкций без потери несущей способности.

Как экономить металл при производстве деталей?

1

Аддитивные технологии

(3D-печать):
коэффициент использования металла (КИМ) близок к 95-98% (нет стружки).



2

Умный раскрой:
САПР-системы оптимальной раскладки деталей на листе.



3

Точные заготовки:
замена фрезерования точным литьем и горячей объемной штамповкой.



LIVEWORKSHEETS