**Феросплавна промисловість** — галузь виробництва, що займається отриманням [феросплавів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2) на спеціалізованих підприємствах [чорної металургії](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A7%D0%BE%D1%80%D0%BD%D0%B0_%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%83%D1%80%D0%B3%D1%96%D1%8F). Найпоширеніший електротермічний (електропічний) спосіб отримання феросплавів (електроферосплавів); по вигляду відновника він розділяється на вуглевідновний, яким отримують вуглецеві феросплави (5–8 % [C](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C)) і всі крем'янисті сплави, і металотермічний (до нього умовно відносять і силікотермічний), яким отримують сплави з пониженим вмістом вуглецю (0,01–2,5 % [C](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D1%83%D0%B3%D0%BB%D0%B5%D1%86%D1%8C)).

[Вуглевідновним процесом](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D0%B0%D1%80%D0%B1%D0%BE%D1%82%D0%B5%D1%80%D0%BC%D1%96%D1%8F), здійснюваним головним чином в рудотермічних печах потужністю 16,5–72 Мва, отримують [феросиліцій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%96%D1%86%D1%96%D0%B9), кристалічний [кремній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9A%D1%80%D0%B5%D0%BC%D0%BD%D1%96%D0%B9), силікоалюміній, силікокальций, феросилікокальций, [силікомарганець](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C" \o "Силікомарганець), [силікохром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BC" \o "Силікохром), вуглецевий [феромарганець](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C) і [ферохром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%85%D1%80%D0%BE%D0%BC), [ферофосфор](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%84%D0%BE%D1%81%D1%84%D0%BE%D1%80&action=edit&redlink=1), комплексні [сплави](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2) на крем'янистій основі, а також низькофосфористий марганцевий [шлак](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A8%D0%BB%D0%B0%D0%BA); виробництво доменних феросплавів дуже мале за масштабами і постійно скорочується (бідний [феросиліцій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%81%D0%B8%D0%BB%D1%96%D1%86%D1%96%D0%B9) і [феромарганець](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D1%80%D0%B3%D0%B0%D0%BD%D0%B5%D1%86%D1%8C)), оскільки вони більше забруднені домішками і стоять дорожче за електроферосплави.

Низьковуглецеві (рафіновані) феросплави отримують в дугових (рафінувальних) електропечах потужністю 2,5–5,5 МВА металотермічним способом; силікотермічним  — низько- і безвуглецеві сплави [марганцю](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B0%D0%BD%D0%B3%D0%B0%D0%BD) і [хрому](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC), [ферованадій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9) (у шихту додають [алюміній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9)), [феровольфрам](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B2%D0%BE%D0%BB%D1%8C%D1%84%D1%80%D0%B0%D0%BC) (у шихту додають коксик), [силікоцирконій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%BE%D1%86%D0%B8%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B9" \o "Силікоцирконій); алюмінотермічним  — металевий [хром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC), безвуглецевий ферохром, [фероніобій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%BE%D0%B1%D1%96%D0%B9), [феробор](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%B1%D0%BE%D1%80), [силікоцирконій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%B8%D0%BB%D1%96%D0%BA%D0%BE%D1%86%D0%B8%D1%80%D0%BA%D0%BE%D0%BD%D1%96%D0%B9" \o "Силікоцирконій), різні [лігатури](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9B%D1%96%D0%B3%D0%B0%D1%82%D1%83%D1%80%D0%B0) з рідкісними і рідкоземельними [металами](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%9C%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB).

Середневуглецевий ферохром отримують також в конвертерах з кисневим дуттям (з вуглецевого ферохрому). Для отримання азотвмісних (азотованих) [сплавів](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A1%D0%BF%D0%BB%D0%B0%D0%B2) марганцю, хрому і [ванадію](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9) застосовують електропечі опору і індукційні печі.

Позапічними алюмінотермічним способом виплавляють [феротитан](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D1%82%D0%B8%D1%82%D0%B0%D0%BD), металевий [хром](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%A5%D1%80%D0%BE%D0%BC) і [ванадій](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%92%D0%B0%D0%BD%D0%B0%D0%B4%D1%96%D0%B9), позапічним силікотермічним способом — [феромолібден](https://uk.wikipedia.org/w/index.php?title=%D0%A4%D0%B5%D1%80%D0%BE%D0%BC%D0%BE%D0%BB%D1%96%D0%B1%D0%B4%D0%B5%D0%BD&action=edit&redlink=1) (у шихту додають [алюміній](https://uk.wikipedia.org/wiki/%D0%90%D0%BB%D1%8E%D0%BC%D1%96%D0%BD%D1%96%D0%B9)).

**Феросплавний газ** - суміш газів, що відходять рудовідновних феросплавних печей з закритим колошником, що містить, об. %: 70-90 СО, 2-10 H2, 2-20 СО2, 0,5-5 СH4, 2-4 N2, SO2 (0,2-0,52 мг / м3). Отруйний і вибухонебезпечний. Питома теплота згоряння 8,2-8,4 МДж / м3. Вміст пилу в газі 15 - 30 г / м3. Вихід газу рівномірний, 400 - 800 м3 / т сплаву в залежності від виду сплаву. Зважаючи на велику запиленість феросплавного газу дрібнодисперсним пилом його використовують як паливо, як правило, після мокрої двоступеневої очистки.

В першу ступінь очищення феросплавного газу входять наступні апарати газовідвідного тракту: зрошувальний похилий газопровід в комплексі з трубою Вентурі і краплевловлювачем. Так як на початку газовідвідного тракту в результаті охолодження газу і конденсації з нього возгонів металу і їх оксидів відбувається випадання твердих опадів, здатних утворити механічні пробки, основним завданням апаратів першого ступеня є запобігання утворенню цих пробок. Саме з цих міркувань витрата води на апарати газовідвідного тракту досягає значних величин (30 м3 на 1000 м3 газу).

Воду в похилий газопровід можна подавати різними способами: впорскуванням евольвентними форсунками, через перфоровані отвори труби, розташованої усередині газопроводу, або спрямованим плівковим зрошенням стінок газопроводу. Залежно від способу подачі води і витрати її, температури газу і зрошувальної води, типу застосовуваних форсунок і інших чинників визначається режим роботи похилого газопроводу, ступінь охолодження газу в ньому і ефективність газоочистки.

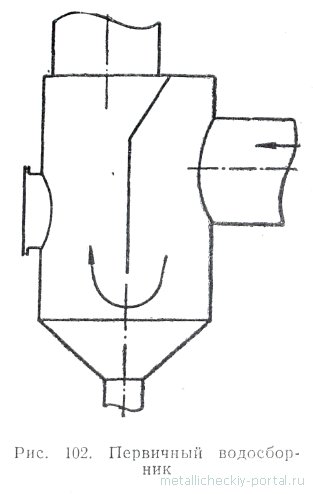
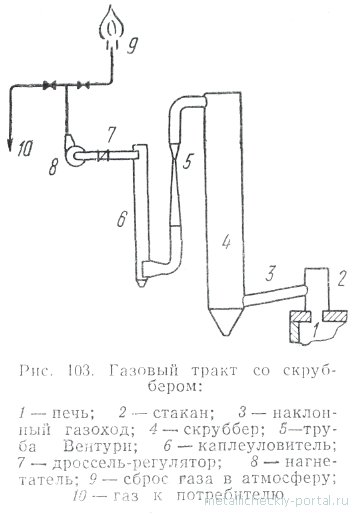
Спочатку похилий газохід працює в випарному режимі, і температура газу в ньому знижується до точки роси (близько 65°С). В наступній частині газоходу основна маса води витрачається на змив робочих поверхонь. На похилий газохід витрачається близько 50% води, споживаної газоочисткою. Похилий газохід в системі газоочистки феросплавної печі виконує роль скрубера, в якому газ охолоджується, насичується парами води (феросплавний газ по виході з печі практично сухий) і здійснюється первинне очищення газу.

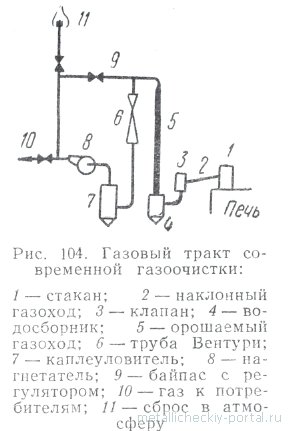
Труба Вентурі першого ступеня працює на незначному перепаді тиску (близько 300 мм вод. ст.) При швидкості газу в горловині близько 50 м / с, так як цього достатньо для коагуляції пилу, використовуючи конденсаційний ефект при подальшому охолодженні газу нижче точки роси (близько 35 ° С). При охолодженні газу нижче точки роси пари води, що містяться в газі, конденсуються насамперед на порошинки, зволожуючи їх і сприяючи коагуляції, яка інтенсифікується у низьконапірній трубі Вентурі.

Розташований за трубою Вентурі найпростіший краплевловлювач (рис. 102) одночасно з крапельної вологою забезпечує вловлювання скоагульованого пилу; на цьому завершується перший ступінь очищення феросплавного газу. Застосування складних краплевловлювачів не потрібно. Після першого ступеня вміст пилу у газі зазвичай не перевищує 10 г / м3, а іноді знижується і до 5 г / м3.

При більш глибокому охолодженні газу в похилому газопроводі, коли конденсація парів води починається в ньому, раціонально замість труби Вентурі застосовувати порожнистий форсуночний скрубер, що забезпечує той же ступінь очищення газу (5-10 г / м3), але при значно менших енергетичних витратах (рис . 103).

Є позитивний досвід роботи газоочистки, в якій після похилого газоходу і найпростішого краплевловлювача для передачі газу в високонапірну трубу Вентурі встановлений вертикальний газопровід-стояк, зрошуваний водою і успішно виконує функції скрубера. Така система газоочистки є найбільш перспективною, тому що при високій ефективності відрізняється найбільшою компактністю і економічністю (рис. 104). Трубу Вентурі після похилого газопроводу слід розташовувати трохи вище позначки робочого майданчика феросплавної печі, що необхідно для зручності розміщення пристроїв щодо відведення від неї обробленої шламової води. Горловину труби Вентурі першого ступеня очищення газу рекомендується робити подовженою (з довжиною, що дорівнює 3 діаметрам), що збільшує час перебування газу в активній зоні труби і підвищує ступінь очищення феросплавного газу при тому ж її опорі.



Другий ступінь очищення феросплавного газу, в яку входить високонапірна труба Вентурі з власним краплевловлювачем, призначена для остаточної тонкої очистки газу до необхідного пиловмісту (зазвичай 10-20 мг / м3).

Характерною особливістю феросплавного газу, що надходить на очистку в агрегати другого ступеню, є надзвичайна дрібнодисперсного пилу, що підлягає уловлювання. Якщо у вихідному газі після виходу з печі кількість фракції пилу менше 10 мкм часто одно 90%, то після першого ступеня очищення решту 40% пилу практично складаються з частинок мікронного розміру, що витають в потоці і вельми важко сприймаються. Для ефективного очищення газу такого фракційного складу в трубі Вентурі необхідно створити швидкість потоку 150-200 м / с при перепаді тиску 1500-2000 мм вод. ст. (Рис. 105). При цьому необхідний перепад тиску газу в трубі Вентурі повинен підтримуватися стабільним.

Для забезпечення високої якості очищення газу і підтримки стабільним заданого перепаду тиску газу в трубі Вентурі частина газу після нагнітача направляється у трубу Вентурі. Кількість газу, що рециркулюється, підтримується автоматикою в залежності від тиску газу під склепінням феросплавної печі, тобто у залежності від кількості газу, що виділяється і відсмоктується. Автоматика забезпечує одночасно підтримку стабільним перепаду тиску газу в трубі Вентурі і величини тиску газу під склепінням печі. При такій автоматиці не потрібно регулювати витрату газу перед димососом.

Застосування регульованої труби Вентурі може виявитися доцільним, так як вона дозволяє задавати необхідний перепад тиску газу. Іноді для регулювання тиску газу в горловину труби Вентурі монтують гумову сорочку. У простір між горловиною і сорочкою нагнітається вода. Таким чином змінюють діаметр горловини. Зрошення труби Вентурі доцільно виконувати форсунковим, що знижує енерговитрати на дроблення крапель води в порівнянні з енерговитратами при плівковому зрошенні. Розпилення крапель води повинно бути дуже тонким, щоб забезпечити кращий контакт їх з дрібнодисперсного пилом і підвищити коагуляцію.

Після другого ступеня очищення доцільно максимально вловити з газу крапельну вологу, щоб забезпечити більш стійку роботу димососів і зменшити утворення нальоту шламу на робочих поверхнях.

З досвіду експлуатації, найбільш надійним і досить ефективним слід визнати простий краплевловлювач-циклон. Можна рекомендувати також краплевловлювач з завихрителем (рис. 106). Більш складні конструкції краплевловлювачів зазвичай не дають очікуваного результату. Шламову воду після краплевловлювача необхідно відводити безперервно з достатньою висотою замикаючого стовпа води, що змушує розташовувати газоочистку вище робочого майданчика печі. Гідрозатвори виконують у вигляді труби діаметром близько 200 мм, опущеною в бак ящикового типу, що забезпечує необхідний запас обсягу води на випадок раптового зростання розрідження в газоочистці і виключає підсмоктування повітря і шламової води в газоотвідводний тракт.

