

У стельовому і вертикальному положеннях силу зварювального струму потрібно зменшувати на 10...30 % в порівнянні з силою струму для нижнього положення зварювання.

Одним з основних способів зварювання високолегованих сталей товщиною 3...50 мм, що застосовуються в хімічній, нафтохімічній, атомній та інших галузях промисловості є зварювання під флюсом. Воно має велику перевагу перед ручним дуговим зварюванням зважаючи на стабільність складу і властивостей металу по усій довжині шва, при зварюванні з обробленням і без оброблення кромки.

При зварюванні під флюсом значно важче забезпечити необхідний вміст феритної фази в металі шва тільки за рахунок вибору зварювальних флюсів і дротів, які в межах однієї марки мають значні коливання хімічного складу. На вміст феритної фази в металі впливає також його товщина і різні форми обробки крайок.

Для попередження перегрівання металу і як наслідок укрупнення структури, появи тріщин і зниження експлуатаційних властивостей зварного з'єднання рекомендується виконувати зварювання валиками невеликого перерізу, застосовуючи для цього дріт діаметром 2...3 мм, а у зв'язку з високою електричним опором сталей виліт електроду слід зменшити в 1,5...2 рази.

При зварюванні у вуглекислому газі створюється окислювальна атмосфера в дузі за рахунок дисоціації вуглекислого газу, що викликає підвищене (до 50 %) вигорання титану і алюмінію. Менше вигорають марганець, кремній і інші легуючі елементи, тому при зварюванні корозійностійких сталей у вуглекислому газі застосовують зварювальні драти, що містять розкислюючі і карбідотворюючі елементи (алюміній, титан, ніобій). Недоліком зварювання у вуглекислому газі є інтенсивне розбризкування металу і утворення на поверхні шва щільних плівок оксидів, міцно зчеплених з металом, що знижує корозійну стійкість і жаростійкість зварного з'єднання.

Зварювання плавким електродом у вуглекислому газі виконується на напівавтоматах і автоматах. При цьому для зварювання сталей марки 12X18H10T рекомендується дріт Св-07X18H9ТЮ, Св-08X20H9C2БТЮ; для сталей марки 12X18H12Т – дріт Св-Х25Н13БТЮ, а для хромонікелемолібденових сталей – дріт марок Св-06X19H10МЗТ і Св-06X20H11МЗТБ. Зварювання у вуглекислому газі можливо виконувати в усіх просторових положеннях, що дозволяє механізувати зварювальні роботи на конструкціях з високолегованих сталей в монтажних умовах.

При зварюванні в інертних газах підвищується стабільність дуги і знижується чад легуючих елементів, що важливо при зварюванні високолегованих сталей. Зазвичай його застосовують для зварювання матеріалу завтовшки до 7 мм, але особливо ефективно при малій товщині (до 1,5 мм). Зварювання виконують без присадного матеріалу або з присадним матеріалом на постійному струмі прямої полярності. Але при зварюванні сталі або сплаву з підвищеним вмістом алюмінію застосовують змінний струм, щоб за рахунок катодного розпилення зруйнувати поверхневу плівку оксидів.

Плазмове зварювання також використовується для високолегованих сталей. Перевагами є надзвичайно мала витрата захисного газу, можливість отримання плазмових струменів різного перерізу (круглого, прямокутного, еліпсоподібного і т.д.). Плазмове зварювання можна використати для зварювання як дуже малої товщини металу, так і для металу завтовшки до 12 мм.

Зварювання плавким електродом виконують в інертних, а також активних газах або суміші газів. При зварюванні високолегованих сталей, що містять легкоокисні елементи (алюміній, титан та ін.), слід використати інертні гази, переважно аргон, і вести процес на щільності струму, що забезпечує струминне перенесення електродного металу. Наприклад при зварюванні в аргоні стикове з'єднання сталі завтовшки 5...6 мм на постійному струмі зворотної полярності дротом діаметром 1,2 мм при зварювальному струмі 230...300 А, напрузі 16...20 В, витраті газу 16...20 м/хв забезпечуватиметься струминне перенесення електродного металу. При цьому дуга має високу стабільність, і практично виключається

розбризкування металу, що сприятливо позначається на формуванні швів в різних просторових положеннях при зварюванні корозійностійких і жаростійких сталей. Проте струминне перенесення в аргоні виникає при критичних струмах, коли можливе утворення пропалення при зварюванні тонколистового металу.

Зменшення критичного струму досягається додаванням до аргону 3...5 % кисню, за рахунок чого зменшується ймовірність утворення пор, викликаних воднем, або застосувавши для зварювання суміші аргону з 15...20 % вуглекислого газу, що зменшує витрату дорогого аргону. Але наявність вуглекислого газу може стати причиною чаду легуючих елементів.

Таким чином, раціональний вибір способу зварювання виконують з урахуванням конструкторсько-технологічних ознак виробу, що забезпечується вибором металу, типу з'єднання, форми і розміру зварюваних елементів, виду зварювання та техніко-економічних показників процесу зварювання.

## РАЗВИТИЕ ФУТЕРОВОК ДЛЯ БАРАБАННЫХ И ТРУБНЫХ МЕЛЬНИЦ

Д.О. Карпинский, ст. гр. ДМ-12МБ,  
С.А. Джирма, доц., канд. техн. наук

Кировоградский национальный технический университет

Основными машинами для тонкого измельчения материалов различной крепости являются барабанные мельницы. Область применения барабанных мельниц – горно-обогатительная промышленность, цементная промышленность, глиноземное производство.

В процессе эксплуатации барабаны шаровых мельниц подвергаются постоянному ударно-абразивному воздействию. Для их защиты от преждевременного износа и выхода из строя применяются специальные защитные материалы – футеровки.

Футеровки шаровых мельниц прошли многочисленные стадии развития. В начале футеровки использовались только для защиты барабанов и оценивались в основном по стоимости и сроку службы.

Развитие шаровых мельниц пошло по пути увеличения их размеров, так как повышались требования к качеству получаемого измельченного материала, а именно к тонкости измельчения и чистоте получаемого сырья.

Это привело к тому, что конструкторы и производители футеровок стали заниматься не только подбором материалов, а также и разработкой новых конструкций футеровки, чтобы обеспечить оптимальные характеристики процесса измельчения.

Наиболее часто применяются для защиты барабанов шаровых мельниц металлическая футеровка. По годовому потреблению металлические футеровки занимают первое место в мире. Они обладают высокой универсальностью, так как могут успешно применяться в большинстве случаев измельчения, как в сухих, так и в мокрых процессах.

Наибольшее распространение для изготовления футеровок мельниц получила аустенитная высокомарганцевистая сталь 110Г13Л [1].

В связи с высокой стоимостью стали 110Г13Л с целью ее замены неоднократно испытывали футеровочные плиты из различных сплавов, белых чугунов и стандартного проката. Результаты промышленных испытаний и эксплуатации футеровок из различных сплавов не показали преимуществ перед плитами из марганцевистой стали.

В шаровых мельницах диаметром 4,5 м масса одной бронеплиты возросла до 500 кг, а масса комплекта металлической футеровки составила 30% от общей массы мельницы [2].

Данные факторы значительно ухудшают показатели надежности, металлоемкости и энергоемкости мельниц. Также, в связи с увеличением массы футеровочных плит, требуются существенные затраты труда при выполнении перефутеровочных работ, что в свою очередь вызывает производственные потери от простоев оборудования.

Возникшее противоречие между увеличением срока службы и уменьшением массы футеровки, для обеспечения легкости установки и замены, а также снижения потребления электроэнергии было решено путем применения материалов для изготовления плит, обладающих меньшей массой, высокой износостойкостью и стойкостью под ударными нагрузками.

Таковыми материалами являются износостойкие резины.

Способность резин к большим обратимым деформациям, а также к выдерживанию значительного количества циклов нагружений без разрушения, обуславливает высокую износостойкость в условиях ударного и ударно-абразивного износа [3, 4]. Резина имеет удельный вес в 6-7 раз меньший удельного веса стали, устойчива к большинству химических веществ и температурам до +900С [5]. Резиновые детали можно получать практически любого размера и конфигурации, выполнять в них разнообразные отверстия и ребра любой толщины.

Наибольшее распространение для футеровки мельниц получили резиновые смеси шведских фирм "Skega" и "Trelleborg". В 1973 году за рубежом эксплуатировалось 400 мельниц с диаметром барабана до 4 м, футерованных резиной фирмы "Skega". Срок службы резиновой футеровки по сравнению со сроком службы металлических плит выше не менее чем в 1,5 раза [6].

Производство резины 1801-6 по рецептуре и технологии фирмы "Skega" было освоено в бывшем СССР, и в 1981 году на предприятиях Минцветмета СССР футеровка из резины этой марки была установлена на 85% рудоразмольных мельниц диаметром до 3,2 метра. Благодаря этому износостойкость резиновых футеровок по сравнению со стальными увеличилась в 2-3 раза [6].

В мире резиновые футеровки широко применяются в мельницах второй и третьей стадий измельчения, а также на мельницах доизмельчения.

Мировой практикой накоплен значительный положительный опыт применения резиновых футеровок для защиты рабочих поверхностей барабанных и трубных мельниц, который представляет собой сумму составляющих:

- уменьшение потребности в запасных частях с увеличением их ресурса;
- снижение затрат на замену изношенных деталей;
- увеличение межремонтных пробегов;
- уменьшение потребления электроэнергии в связи со снижением металлоемкости;
- снижение содержания железа в продуктах измельчения;
- повышение производительности мельниц по готовому продукту.

Начиная с конца 80-х годов, интенсивно развивается направление комбинирования различных материалов стали и резины. Примером может служить комбинированная резинометаллическая футеровка "Полимет" (Poly-Met™). Такой подход позволяет максимально использовать преимущества как одного, так и другого материалов – эластичность резины и износостойкость стали. При этом представляется возможным использование гораздо более твердых и износостойких сортов стали и чугуна, чем при сплошной металлической футеровке. В этом случае, резина выступает в роли демпфирующего материала, способного поглощать ударные нагрузки [7].

Преимущества комбинированной футеровки "Poly-Met™" перед металлической, в целом, являются теми же, что и перечисленные выше для резины в мельницах второй и

третьей стадиях измельчения, в том числе: меньший износ, больший срок службы, меньший вес.

В настоящее время комбинирование футеровка "Poly-Met™" является эффективной альтернативой металлической футеровки и может быть установлена в большинстве существующих сегодня шаровых мельниц на первой стадии измельчения [7].

При разработке футеровок необходимо учитывать множество факторов. Ни для одной мельницы нельзя предложить стандартного решения. Перед тем как выбрать футеровку необходимо рассмотреть несколько аспектов, таких как:

- эксплуатационные характеристики мельницы измельчения,
- требования по производительности,
- срок службы футеровки и ее себестоимость,
- периодичность технического обслуживания,
- рыночная цена.

Таким образом, основными определяющими параметрами при выборе футеровки для мельницы являются задачи производства, где планируется использоваться мельница, а также требования по экономичности процесса измельчения.

### Список литературы

1. Михельсон И.Г. Требования к материалу футеровок барабана мельницы // Цветные металлы. – 1972. – №11. – С. 74-77.
2. Защитные футеровки и покрытия горно-обогатительного оборудования / А.А. Тарасенко, Е.Ф. Чижик, А.А. Взоров, В.А. Настоящий. – М.: Недра, 1985. –204 с.
3. Rubber lining – absorbing impact and reducing wear. // Process. Engineering (Austral.). – 1994. – Vol. 22, № 7. – P.38.
4. Каткова І.О., Тарасенко О.А., Чеберячко І.М. Використання гуми, як конструкційного матеріалу // Вибрації в техніці і технологіях. – 1998. – №3. – С. 66-67.
5. Лукомская А.И. Механические испытания каучука и резины. – М.: Высшая школа, 1968. – 140 с.
6. Пенкин Н.С. Гуммирование деталей машин. – М.: Машиностроение, 1977. –200 с.
7. Электронный ресурс: <http://www.mining-media.ru/ru/article/drobilka/1623-razvitie-sistem-melnichnykh-futerovok>.

## ОЦЕНКА КОНКУРЕНТОСПОСОБНОСТИ ТЕХНОЛОГИИ МОНОЛИТНОГО ВОЗВЕДЕНИЯ ЖИЛЬЯ

**Н.Н. Правиленко, ст. гр. БП-11СК,  
С.А. Джирма, доц., канд. техн. наук**

*Кировоградский национальный технический университет*

Сегодня в Украине активно развивается рынок недвижимости в частности жилья и для обеспечения конкурентоспособности строительства многие строительные компании делают основной упор на монолитное домостроение.

Технология монолитного строительства позволяет в небольшие сроки и с минимумом затрат возводить дешёвые, монолитные железобетонные, здания разной этажности и конфигурации даже в зимних условиях: коттеджи, сельские дома и дачи; многоэтажные жилые сооружения; каскадные многоквартирные дома; общественные и административные сооружения; сервисные и производственные объекты.