

**РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ХРОМОМОЛИБДЕНОВЫХ СТАЛЕЙ
С ПОСЛЕДУЮЩИМ ПРИМЕНЕНИЕМ МОДИФИКАТОРА ДЛЯ
ПОВЫШЕНИЯ
МЕХАНИЧЕСКИХ СВОЙСТВ**

Уткир Мирзакамолович ХАЛИКУЛОВ

доцент

Алмалыкский филиал

Национального исследовательского технологического

университета «МИСиС»

Алмалық, Узбекистан

utkirhm@mail.ru

Аннотация

В данной статье описывается технология выплавки хромомолибденовых сталей с улучшенными механическими свойствами, которые обеспечат повышение износостойкости и долговечности рабочих органов горных машин и оборудования. Для достижения поставленной цели было необходимо провести комплексную оптимизацию химического состава сплавов и внедрение в технологический процесс модификаторов, способствующих улучшению эксплуатационных характеристик стали.

Ключевые слова: ударно-абразивный износ, хромомолибденовая сталь, механическая нагрузка, интенсивный износ, модификация, модификатор, плавление, заливка, термообработка, углерод, кремний, марганец, хром, молибден, пластичность, ударная вязкость, закалка.

**ХРОМ-МОЛИБДЕН ПҮЛАТ ИШЛАБ ЧИҚАРИШ
ТЕХНОЛОГИЯСИНИ ИШЛАБ ЧИҚИШ ВА УНИНГ МЕХАНИК
ХУСУСИЯТЛАРИНИ ОШИРИШ УЧУН МОДИФИКАТОРДАН
ФОЙДАЛАНИШ**

Уткир Мирзакамолович ХАЛИКУЛОВ

доцент

Миллий-тадқиқот технологик университети

«МИСиС»нинг Олмалиқ филиали

Олмалиқ, Ўзбекистон

utkirhm@mail.ru

Аннотация

Ушбу мақолада төғ-кон машиналари ва ускуналари ишчи органларининг эскириши ва чидамлилигини оширадиган яхшиланган механик хусусиятларга эга хром-молибден пүлатларини яратиш технологияси тасвирланган. Ушбу мақсадга эришиш учун қотишмаларнинг кимёвий таркибини ҳар томонлама оптималлаштириш ва пүлатнинг ишлаш хусусиятларини яхшилашга ёрдам берадиган модификаторларни технологик жараёнга киритиш зарурлиги қайд этилган.

Таянч сўзлар: абразив таъсир эскириши, хром-молибден пүлат, механик куч, кучли эскириш, ўзгартериш, модификатор, эриш, қуйма,

термик ишлов бериш, углерод, кремний, марганец, хром, молибден, пластик, зарбли қуюшқоқлик, тоблаш.

Современные горнодобывающие технологии требуют использования высококачественного оборудования, способного работать в условиях интенсивного абразивного и динамического воздействия. Рабочие органы машин, действующие в тесном контакте с твердыми грунтами и каменными породами, подвержены значительному ударно-абразивному износу. Этот износ вызывает потерю рабочих характеристик деталей, снижение производительности оборудования и увеличение эксплуатационных затрат на его обслуживание и ремонт. Одним из способов решения данной проблемы является использование хромомолибденовых сталей, которые обладают хорошими механическими свойствами и износостойкостью, что делает их идеальными для применения в горной промышленности, где детали подвергаются сильным механическим нагрузкам и воздействию абразивных материалов.

Основной проблемой, которую необходимо решать при производстве таких сталей, является обеспечение их долговечности и устойчивости к интенсивному износу. Для этого необходимо оптимизировать химический состав стали, а также применить современные методы модификации, способствующие улучшению ее эксплуатационных характеристик. В данном контексте особое внимание стоит уделить использованию модификаторов для улучшения кристаллической структуры и повышения износостойкости, а также разработке эффективных технологий плавления, заливки и термообработки.

Цель разработки. Целью данной разработки является создание хромомолибденовых сталей с улучшенными механическими свойствами, которые обеспечат повышение износостойкости и долговечности рабочих органов горных машин и оборудования. Для достижения поставленной цели необходимо провести комплексную оптимизацию химического

состава сплавов и внедрение в технологический процесс модификаторов, способствующих улучшению эксплуатационных характеристик стали. В результате этого повысится эффективность работы горного оборудования, снизятся затраты на его обслуживание и повысится общая производительность горнодобывающих процессов.

Первым этапом в процессе производства хромомолибденовых сталей является подготовка шихты. Шихта представляет собой смесь компонентов, из которых будет произведен металл. Важно тщательно отбирать стальной лом, так как его химический состав играет ключевую роль в формировании качества конечного продукта. Для этого лом подвергается химическому анализу с целью определения содержания элементов, таких как углерод, кремний, марганец, хром и молибден. На основе полученных данных подбираются вспомогательные материалы, такие как феррохром, ферромолибден, ферросилиций для компенсации дефицита необходимых элементов.

Дозирование компонентов в шихте должно быть выполнено с высокой точностью, поскольку любое отклонение от необходимого состава может негативно сказаться на механических свойствах стали. Несоответствия в концентрациях химических элементов могут привести к появлению дефектов в структуре материала, снижению его прочности или увеличению склонности к коррозии. Таким образом, контроль состава шихты является первым и важным шагом на пути к получению высококачественного материала.

На следующем этапе – плавлении – стальной лом подвергается нагреву в электропечах или индукционных печах. В процессе плавления металл обогащается необходимыми элементами, такими как кремний (Si), марганец (Mn), молибден (Mo) и хром (Cr), которые добавляются в расплав для достижения оптимального химического состава. Плавление играет важную роль в обеспечении равномерного распределения всех элементов в сплаве, что в дальнейшем позволяет получить сталь с заданными

механическими свойствами.

Основные элементы и их содержание в химическом составе стали:

Углерод (C): содержание углерода в стали должно быть в пределах 0,30-0,35 %, чтобы избежать ухудшения ударной вязкости, но при этом оно не должно быть слишком низким, чтобы не снизить прочностные характеристики материала.

Кремний (Si): содержание кремния от 0,15 до 0,3 % используется для стабилизации аустенита и улучшения раскисления.

Марганец (Mn): марганец в количестве от 0,7 до 1,0 % способствует стабилизации аустенита, улучшает прочность и прокаливаемость стали.

Хром (Cr): хром в составе от 0,8 до 1,2 % значительно улучшает износостойкость стали.

Молибден (Mo): молибден в количестве от 0,15 до 0,25 % повышает прочность, устойчивость к коррозии и износу.

Элементы, содержащиеся в сплаве, существенно влияют на механические свойства стали, такие как прочность, ударную вязкость и устойчивость к коррозии. Особое внимание уделяется добавлению хрома и молибдена, так как именно они играют решающую роль в повышении износостойкости материала.

В связи с этим остро встает вопрос легирования стали, которая во время плавки придает ей различные свойства.

Существуют разные способы классификации конструкционных сталей.

1. По равновесной структуре: доэвтектоидные (в структуре избыточный феррит), эвтектоидные (в структуре перлит), заэвтектоидные (в структуре – избыточные вторичные карбиды), ледебуритные (в структуре – первичные карбиды).

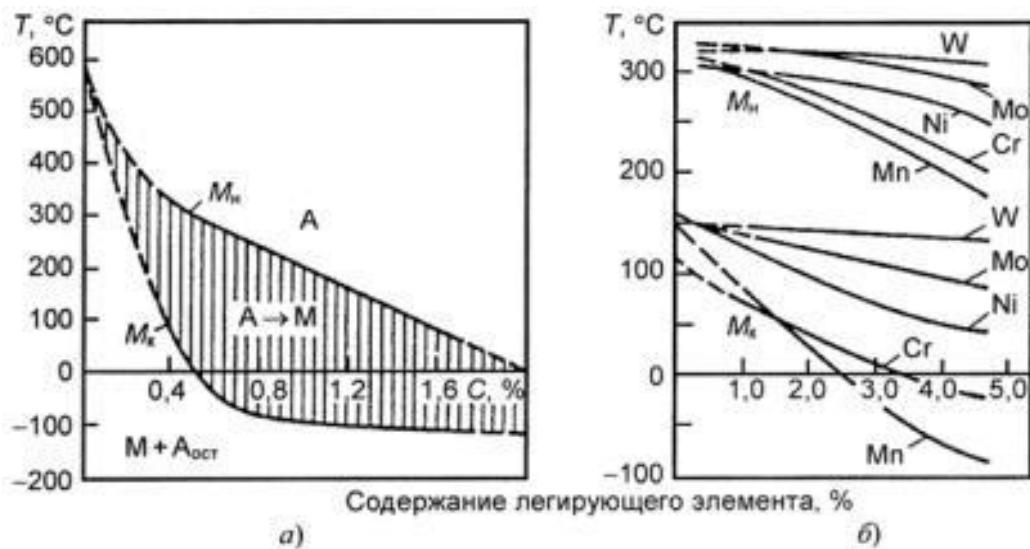


Рис. 1. Зависимость мартенситных точек M_n и M_k от содержания легирующих элементов: С (а) и Cr, Ni, Mn, Mo, W (б)

2. По структуре, получаемой при охлаждении на воздухе различают перлитные (малое содержание легирующих элементов), мартенситные (значительное количество легирующих элементов), аустенитные (высокое содержание легирующих элементов) стали. Получение трех классов стали обусловлено тем, что по мере увеличения содержания легирующих элементов температурная область мартенситного превращения понижается (рис. 23.107), устойчивость аустенита в перлитной области возрастает (С-образная кривая распада аустенита смещается вправо по шкале времени) (рис. 23.108). В результате при одинаковой скорости охлаждения получаем три класса сталей.

Процесс модификации сплава заключается в добавлении специальных химических веществ в расплавленный металл с целью улучшения его структуры. Модификация осуществляется с помощью трайб-аппарата, который позволяет точно дозировать добавки и эффективно управлять процессом кристаллизации. Модификаторы способствуют формированию мелкокристаллической структуры, что улучшает механические свойства стали и повышает ее сопротивление износу.

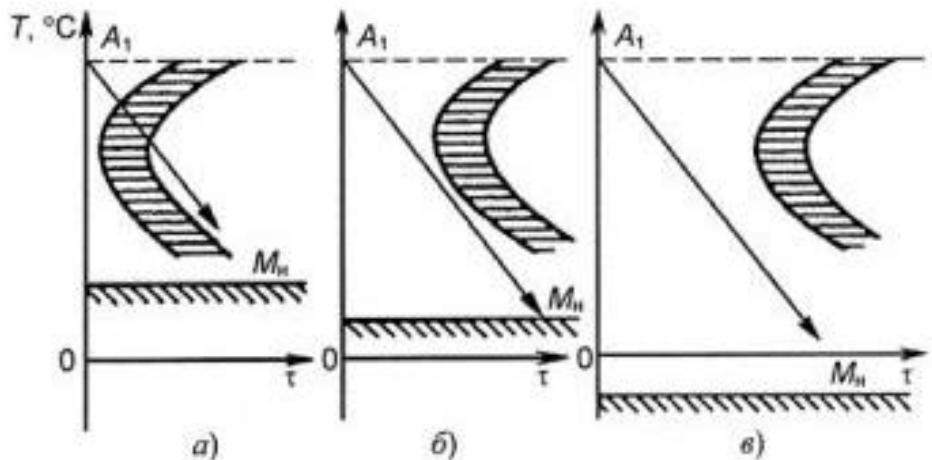


Рис. 2. Диаграмма изотермического распада аустенита для сталей перлитного (а), мартенситного (б) и аустенитного (в) классов

Кроме того, модификация способствует уменьшению размера зерен, что улучшает прокачиваемость и обрабатываемость стали. Образование карбидов, являющихся твердыми частицами, способствующими повышению износостойкости, играет ключевую роль в повышении эксплуатационных характеристик материала. Модификация позволяет получить более однородную структуру сплава, что улучшает его механические и эксплуатационные характеристики, делает его более устойчивым к ударным и абразивным воздействиям.

После модификации расплавленный металл заливается в форму. Температура заливки имеет большое значение, так как она непосредственно влияет на структуру и механические свойства отливки. Неверно подобранная температура заливки может привести к дефектам в структуре материала, таким как пористость, трещины или холодные швы. Для хромомолибденовых сталей температура заливки должна быть в пределах 1500-1510 °С, при этом температура расплава на этапе модификации должна быть в диапазоне 1550-1590 °С.

Этот температурный режим способствует хорошей заполняемости формы, равномерному охлаждению и образованию правильной

кристаллической структуры, что в свою очередь обеспечивает высокий уровень прочности и износостойкости конечных деталей. Важно отметить, что переполнение температуры выше указанного диапазона может повлиять на структуру сплава, ухудшив его эксплуатационные характеристики.

После заливки металл подвергается термообработке. Процесс термообработки включает в себя несколько этапов: закалку и отпускание. Закалка необходима для увеличения прочности и твердости материала, а отпускание после закалки помогает снизить внутренние напряжения, улучшая пластичность и ударную вязкость стали.

Процесс закалки заключается в быстром охлаждении горячего металла, что приводит к образованию твердых структур, повышающих прочностные характеристики. Однако это также может привести к образованию внутренних напряжений, которые снижают ударную вязкость материала. Для устранения этих напряжений применяется процесс отпускания, при котором металл нагревается до определенной температуры и выдерживается на ней некоторое время, что позволяет снять внутренние напряжения и улучшить механические свойства материала.

Разработка технологии хромомолибденовых сталей с улучшенными механическими свойствами представляет собой многогранный процесс, включающий оптимизацию химического состава, использование модификаторов для улучшения структуры сплава, контроль температуры заливки и термообработку. Все эти этапы должны быть тщательно спроектированы и адаптированы для достижения высоких эксплуатационных характеристик, таких как износостойкость, прочность и устойчивость к ударам.

Применение такой технологии для производства рабочих органов горного оборудования и машин позволяет значительно повысить их

долговечность и снизить эксплуатационные затраты, что в свою очередь способствует повышению общей эффективности горнодобывающих процессов. Улучшение износостойкости материалов и повышение их надежности способствует снижению затрат на ремонт и замену оборудования, что является важным фактором для повышения конкурентоспособности горнодобывающих компаний.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА:

1. Усовершенствование производства хромомолибденовых сталей / Бондарев В. П. //Металлург. 1958. - №11. - С. 13-15.
2. Технология производства хромоникельмolibденованадиевой стали на Магнитогорском металлургическом комбинате / Сарычев Б. А., Чигасов Д.Н., Сарычев А. Ф. и др. // Бюл. НТИ. Черная металлургия. - 2006. - №3 (1275). - С.27-28.
3. Киселев А.Д., Тулуевский Ю.Н., Зинуров И.Ю.: Повышение эффективности газоудаления дуговых сталеплавильных печей. М.: Металлургия, 1992. - С. 11-12.
4. Халикулов У. М., Сайдова К.А. Исследование процессов фильтрации с колметацией парового пространства. Материалы республиканской научно-технической конференции «Горно-металлургический комплекс: достижения, проблемы и перспективы инновационного развития» – Навои, 2016. – С. 115-116.
5. Fett, F.; Pfeifer, H.; Siegert, H.: Energetische Untersuchung eines. Hochleistungslightbogenofens. Stahl und Eisen 102 (1982), P. 461-465.
6. Brod, H.; Kempkens, F.; Strohschein, H.: Energierückgewinnung aus einem UHP- Elektrolichtbogenofen. Stahl und Eisen 109 (1989) 5, P. 229-238.
7. <http://biblioclub.ru/> (дата обращения – 20.10.2020)
8. <http://elibrary.misis.ru/login.php> (дата обращения – 3.11.2020)
9. <https://www.worldsteel.org/> (дата обращения – 13.10.2020)
10. <https://www.oecd-ilibrary.org/> (дата обращения – 21.10.2020)

