

Способ относится к металлургии, конкретнее, к производству проката ответственного назначения методом термомеханической обработки.

Известен способ производства проката из низколегированных сталей, включающий выплавку, внепечную обработку, разливку стали, прокатку, термообработку и окончательное охлаждение (Лейкин И.М. и др. Производство низколегированных сталей. - М.: Металлургия, 1972. - С.153, 185, 237).

Известен также способ производства проката из низколегированных сталей, взятый в качестве прототипа, включающий выплавку стали, обработку металла в ковше, разливку, аустенизацию, предварительную и окончательную деформацию в реверсивном режиме, термообработку и окончательное охлаждение проката (Гладштейн Л.И. и Литвиненко Д.А. Высокопрочная строительная сталь. - М.: Металлургия, 1972. - С.18 - 53).

Основными недостатками известных способов (аналога и прототипа) являются низкий комплекс свойств получаемого проката, а именно, недостаточный уровень низкотемпературной ударной вязкости и хладостойкости.

В основу изобретения поставлена задача повысить комплекс свойств получаемого проката, конкретнее, увеличить показатели низкотемпературной вязкости и хладостойкости при сохранении той же прочности проката.

Технический результат достигается тем, что в способе производства проката, включающем получение заготовки из стали, аустенизацию, предварительную и окончательную деформацию в реверсивном режиме с заданными степенями обжатия и окончательное охлаждение, согласно изобретения, заготовку получают из стали следующего химического состава, мас. %:

Углерод	0,05 - 0,3
Марганец	0,3 - 2,0
Кремний	0,15 - 1,00
Титан	0,005 - 0,05
Азот	0,003 - 0,015
Алюминий	0,005 - 0,05
Сера	0,003 - 0,05
Фосфор	0,005 - 0,05
Железо	Остальное

при этом охлаждение заготовки осуществляют со скоростью 30 - 5°С/час, а охлаждение проката производят дифференцированно с изменением скорости от 1,0 - 5,0град./сек в начале до 0,001 - 1,0град./сек в конце процесса охлаждения. Кроме того, заготовку получают из стали дополнительно содержащей ниобий 0,01 - 0,10% и/или ванадий 0,01 - 0,20% и/или молибден 0,03 - 0,50%. и/или никель 0,03 - 1,5% и/или медь 0,03 - 1,0% и/или хром 0,03 - 2,0% и/или кальций 0,001 - 0,01%.

Кроме того, охлаждение проката производят до 350 - 600°С и с этой температуры осуществляют нагрев до 880 - 890°С, выдерживают 0,5 - 3,5мин/мм и охлаждают на воздухе до температуры окружающей среды.

Кроме того, охлаждение проката сначала производят до 800 - 250°С со скоростью 1,0 - 15,0град./сек, а затем на воздухе до температуры окружающей среды.

Кроме того, охлаждение проката производят сначала со скоростью 0,5 - 2,0град./сек до температуры 600 - 300°С, а затем со скоростью

0,01 - 0,5град./сек до 200 - 20°С.

Кроме того, после охлаждения проката до температуры окружающей среды производят дополнительный нагрев до 880 - 980°С с выдержкой 1,5 - 3,5мин/мм и последующим охлаждением на воздухе до температуры окружающей среды.

Кроме того, после охлаждения проката на воздухе до температуры окружающей среды производят дополнительный нагрев до 880 - 980°С с выдержкой 1,5 - 3,5мин/мм и охлаждением со скоростью 10,0 - 60,0град./сек, затем осуществляют нагрев до 500 - 700°С с выдержкой 1,0 - 5,0мин/мм и последующим охлаждением на воздухе до температуры окружающей среды.

Экспериментально установлено, что выбранные параметры режимов прокатки, термообработки и составов стали обеспечивают получением проката с высокой низкотемпературной вязкостью и хладостойкостью металла при сохранении высокой прочности.

Пример осуществления способа.

Выплавляют сталь в 350т кислородном конвертере с верхним дутьем следующего химического состава, мас. %:

Углерод	0,17
Марганец	1,6
Кремний	0,6
Титан	0,02
Азот	0,01
Алюминий	0,05
Сера	0,013
Фосфор	0,023
Железо	Остальное
Сталь может дополнительно содержать, мас. %:	
Кальций	0,005
Ванадий	0,08 и/или
Ниобий	0,03 и/или
Хром	0,15 и/или
Медь	0,5 и/или
Никель	0,15 и/или
Молибден	0,2

После выпуска металла из конвертера проводят внепечную обработку в ковше продувкой аргоном при температуре 1580 - 1600°С в течение 10мин. Затем подают металл в промежуточный ковш и далее в кристаллизатор сечением 300 × 1850мм. Линейная скорость разливки 0,8м/мин при температуре металла в промежуточном ковше 1525 - 1540°С. Разливку осуществляют через промежуточный, разливочный стакан. Зеркало металла в кристаллизаторе защищают шлаковой смесью. Формирующийся слиток охлаждают водовоздушной смесью, режут на мерные заготовки и производят окончательное охлаждение до температуры окружающей среды. Затем заготовки подвергают аустенизации при температуре 1200°С с продолжительностью нагрева 4ч. После аустенизации проводят предварительную деформацию с суммарной степенью обжатия 60% за 7 проходов с температурой окончания 1000°С. Окончательную деформацию заготовки проводят с суммарной степенью обжатия 60% и температурой окончания 800°С. После окончания процесса деформации проводят охлаждение проката с изменением скорости от 3,0град./сек в начале до 0,2град./сек в конце процесса охлаждения.

Предлагаемый способ производства проката имеет несколько вариантов осуществления.

Вариант 2. Возможно, после окончательной деформации производить охлаждение проката до

температуры 500°C с последующим нагревом до 900°C с выдержкой 2,0мин/мм и окончательным охлаждением на воздухе до цеховой температуры.

Вариант 3. Возможно также после окончательной деформации и охлаждения проката до температуры окружающей среды, а также выполнения технологии по второму варианту производить дополнительный нагрев проката до температуры 900°C с выдержкой 2,5мин/мин и последующим охлаждением на воздухе до цеховой температуры.

Вариант 4. Можно также после окончательной деформации производить охлаждение проката сначала до температуры 600°C со скоростью 8,0град./сек, а затем на воздухе до температуры окружающей среды.

Вариант 5. Возможно, после окончательной деформации и охлаждения проката до температуры окружающей среды, а также выполнения технологии по варианту №2 производить дополнительный нагрев до температуры 900°C с выдержкой 2,0мин/мм и охлаждением со скоростью 30град./сек, а затем осуществлять нагрев до температуры 600°C с выдержкой 3,0мин/мин и последующим охлаждением до температуры окружающей среды.