



УКРАЇНА

(19) UA (11) 2933 (13) C1

(51)5 B 22 D 11/124

ДЕРЖАВНЕ
ПАТЕНТНЕ
ВІДОМСТВООПИС ДО ПАТЕНТУ
НА ВІНАХІД

(54) СПОСІБ ВТОРИННОГО ОХОЛОДЖЕННЯ БЕЗПЕРЕРВНОЛИТОГО ЗЛИТКА

1

(21) 93070731

(22) 23.02.93

(24) 29.04.94

(46) 26.12.94. Бюл. № 5-І

(56) 1 Авторское свидетельство СССР
№ 971562, кл. В 22 D 11/00, 1981.2 Авторское свидетельство СССР
№ 1178534, кл. В 22 D 11/124, 1983 (прото-
тип)(72) Борисов Юрій Миколайович, Бродський
Сергій Сергійович, Учитель Лев Михайлович,
Пікус Марк Ісерович, Айзін Юрій Моїсеевич,
Ганкін Владімір Борисович, Герасімова
Євгенія Дмитрівна(73) Дніпровський металургійний комбінат
ім. Ф.Е.Дзержинського(57) 1 Способ вторичного охлаждения не-
прерывнолитого слитка, включающий под-

2

ачу на поверхность слитка водовоздушной смеси с регулированием ее расхода и изменением соотношения долей воды и воздуха и их давлений по длине жидкой фазы слитка, отличающийся тем, что соотношение долей воды и воздуха в смеси регулируют в зависимости от содержания углерода в металле, при этом на участке, равном 0,05...0,5 длины жидкой фазы, соотношение долей воды и воздуха в смеси уменьшают в пределах 1/50...1/150, а отношение давлений этих компонентов на данном участке устанавливают в пределах 0,6...1,0.

2. Способ по п. 1, отличающийся тем, что соотношение долей воды и воздуха и их давлений на участке 0,05...0,2 длины жидкой фазы изменяют в пределах 1/50...1/100 и 0,8...1,0, соответственно.

Изобретение относится к металлургии, в частности к непрерывному литью слитков квадратного и блюмового поперечного сечения.

В современной практике непрерывной разливки стали в зоне вторичного охлаждения машин непрерывного литья заготовок широко применяют водовоздушную смесь для вторичного охлаждения поверхности слитков и заготовок.

Известен способ непрерывной разливки металлов, включающий охлаждение слитка в зоне вторичного охлаждения водовоздушной смесью, в которой соотношение долей воды и воздуха изменяют по прямолинейному закону от 1:0 до 0:1 при этом водо-

воздушной смесью охлаждают 0,1-0,6 длины жидкой фазы слитка. (1)

В известном способе в зоне вторичного охлаждения слитка отсутствует возможность регулирования соотношений долей воды и воздуха в воздушной смеси в зависимости от конкретного содержания углерода в разливаемой стали, в результате чего при непрерывном литье слитков из стали, имеющей более высокое содержание углерода, происходит уменьшение пластичности, повышение термических напряжений в кристаллизующей корке слитка, что приводит к образованию внутренних трещин и сосредоточенной осевой рыхлости, и как следствие этого, браку заготовок.

(19) UA (11) 2933 (13) C1

Ві-

Наиболее близким к изобретению по технической сущности и достигаемому результату является способ вторичного охлаждения непрерывнолитых заготовок, включающий подачу водовоздушной смеси в зоне вторичного охлаждения на формирующуюся заготовку с регулированием расходов охладителя и изменением доли воды в водовоздушной смеси, при котором с увеличением скорости литья с 0,5 до 1,5 м/мин перепад давлений увеличивают от 0,1 до 0,6 атм, а по длине зоны — ступенчато снижают от 0,6 до 0,1 атм, сохраняя его постоянной в каждой секции (2).

В известном способе при регулировании давлений воды и воздуха в водовоздушной смеси по секциям вторичного охлаждения при изменении скорости вытягивания заготовок не достигается необходимая интенсивность охлаждения слитков, поскольку не учитывается содержание углерода в разливаемой стали, в результате чего, в кристаллизующемся слитке возникают температурные градиенты и термические напряжения, превосходящие допустимые значения. Это приводит к образованию трещин осевой рыхлости, снижает качество макроструктуры непрерывнолитых заготовок, которое не удовлетворяет требованию, предъявляемому к прокату, изготавливаемому из этих заготовок.

В основу изобретения поставлена задача усовершенствовать способ вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков, в котором за счет регулирования интенсивности водовоздушного охлаждения слитка и давлений этих компонентов в смеси, обеспечивается равномерная подача охладителей (воды и воздуха) на его поверхность в зависимости от конкретного содержания углерода в разливаемом металле, и за счет этого исключается образование трещин и снижение осевой рыхлости, что соответственно приводит к улучшению качества литых заготовок.

Поставленная задача решается тем, что в способе вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков, включающем подачу на его поверхность водовоздушной смеси с регулированием ее расхода и изменением соотношения долей воды и воздуха и их давлений по длине жидкой фазы слитка, согласно изобретению соотношение долей воды и воздуха в смеси регулируют в зависимости от содержания углерода в металле, при этом на участке равном 0,05...0,5 длины жидкой фазы, соотношение долей воды и воздуха в смеси уменьшают в пределах 1/50...1/150, а отношение давлений этих компонентов на данном участке устанавливают в пределах

0,6...1,0. Соотношение долей воды и воздуха и их давлений на участке 0,05...0,2 длины жидкой фазы изменяют в пределах 1/50...1/100 и 0,8...1,0, соответственно.

Сопоставительный анализ изобретения с прототипом показывает, что способ вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков отличается от известного тем, что позволяет учесть влияние конкретного содержания углерода в металле на изменение свойства стали при охлаждении слитка в процессе вытягивания его из кристаллизатора.

С ростом содержания углерода изменяются теплофизические свойства стали. Расчеты коэффициентов теплоотдачи по зонам вторичного охлаждения заготовок, проведенные при прочих равных условиях непрерывной разливки стали показывают, что для высокоуглеродистой стали по сравнению с низкоуглеродистой сокращается зона принудительного охлаждения и в пределах этой зоны требуется меньший теплосъем. На выходе из зоны принудительных вторичного охлаждения непрерывнолитые заготовки, из высокоуглеродистой стали идут с более "холодной" поверхностью. Следовательно, необходимо регулирование интенсивности охлаждения заготовок в зоне вторичного охлаждения в зависимости от содержания углерода в разливаемой стали с целью компенсации более быстрого остывания заготовок из высокоуглеродистой стали, что предотвращает образование указанных дефектов макроструктуры заготовок.

Сущность изобретения поясняется чертежом, где на фиг.1 — показан общий вид машины непрерывного литья заготовок с зоной вторичного охлаждения заготовок; на фиг.2 показаны графики распределения по зонам вторичного охлаждения.

Способ вторичного охлаждения непрерывнолитых заготовок может быть осуществлен с помощью машины непрерывного литья заготовок, включающей кристаллизатор 1, из которого вытягивают затвердевающую заготовку 2, зону вторичного охлаждения, состоящую из нескольких секций (например двух А и В), поддерживающих роликов 3, между которыми установлены форсунки 4, укрепленные на коллекторах вторичного охлаждения 5. С помощью форсунок на поверхность затвердевающей заготовки в зоне вторичного охлаждения подают распыленный охладитель, например, водовоздушную смесь. Регулирование интенсивности охлаждения осуществляют в каждой секции за счет соответствующего изменения отношения долей воды и воздуха, указанного в изобретении, в зависимости от содержания углерода в

разливаемой стали и по длине зоны вторичного охлаждения, а также путем соответствующего изменения этих компонентов по секциям, обеспечивающего заданную скорость истечения водовоздушной смеси, что необходимо для повышения эффективности охлаждения. Ниже зоны участков А и В охлаждение поверхности слитков осуществляется в воздушной среде.

Длины участков А и В в относительных величинах по отношению к длине жидкой фазы непрерывнолитого слитка приняты в соответствии с типовым размером роликовой секции, т.е. длина первого участка (А) составила 3,03 м, второго (В) – 6,06 м.

Примеры осуществления способа.

Пример № 1

Осуществляется процесс непрерывного литья заготовок сечением 300х360 мм марки СТ10 % С=0,10. Скорость разливки 0,6 м/мин., длина жидкой фазы при этой скорости составила 20,2 м. Длина первого участка составила 3,03 м, расстояние от мениска металла до начала данного участка составила 1,01 м. Соотношение расходов вода-воздух на первом участке устанавливают 1/50, при этом соотношение давлений воды и воздуха поддерживают 1,0 (давление воды составило 0,35 мПа, давление воздуха также равно 0,35 мПа).

На участке (В) длиной 6,06 м расстояние от мениска металла до начала участка при длине жидкой фазы 20,2 м составляет 0,2 и 0,5 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов вода – воздух на этом участке устанавливают 1/100, при этом соотношение давлений воды и воздуха составляет 1,0 (давление воды и давление воздуха равны 0,3 мПа).

Пример № 2.

Осуществляется процесс непрерывного литья заготовок сечением 300х360 мм из стали марки ст.40 % С=0,41. Скорость разливки 0,6 м/мин., длина жидкой фазы при этой скорости составляет 20,2 м. Длина первого участка составляет 3,03 м, расстояние от мениска до начала и конца участка равны 1,01 м и 4,04, что составляет соответственно 0,05 и 0,2 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов воды и воздуха на этом участке устанавливают 1/70, при этом соотношение давлений воды и воздуха поддерживают равным 0,9 (давление воды 0,3 мПа и давление воздуха 0,33 мПа). На участке (В) длиной 6,06 м, расстояние от мениска металла до начала и конца участка составляет соответственно 0,2 и 0,5 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов воды и воздуха устанавливают 1/120, соотношение давлений воды и воздуха поддерживают 0,8 (давление

воды 0,25 мПа, давление воздуха 0,31 мПа).

Пример № 3.

Осуществляется процесс непрерывного литья заготовок сечением 300х360 мм из стали марки 65Г (% С=0,65). Скорость разливки 0,6 м/мин., длина жидкой фазы при этой скорости составляет 20,2 м. Длина первого участка составляет 3,03 м, расстояние от мениска до начала и конца участка составляет соответственно 0,05 и 0,2 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов воды и воздуха на этом участке устанавливают 1/100, при этом соотношение давлений воды и воздуха поддерживают 0,8 (давление воды 0,25 мПа, давление воздуха 0,31 мПа). На участке (В) длиной 6,06 м расстояние от мениска металла до начала и конца участка составляет соответственно 0,2 и 0,5 от длины жидкой фазы. Соотношение расходов воды и воздуха устанавливают 1/150, соотношение давлений воды и воздуха составляет 0,6 (давление воды 0,2 мПа, давление воздуха 0,33 мПа).

Результаты испытаний изобретения на блюмовых машинах непрерывного литья заготовок показали, что при охлаждении блюмов с указанными пределами было обеспечено увеличение выхода годного заготовок на 0,5-1,5%, особенно из углеродистой и шарикоподшипниковой стали. Достигнуто снижение обрести осевой рыхлости заготовок и практически исключены трещины по торцам из легированных марок стали.

Как показали результаты испытаний, оптимальные пределы отношений долей воды и воздуха на участке А (соответствует первой роликовой секции) составляет 1/50, 1/100, а на участке В (вторая секция) – 1/100, 1/150.

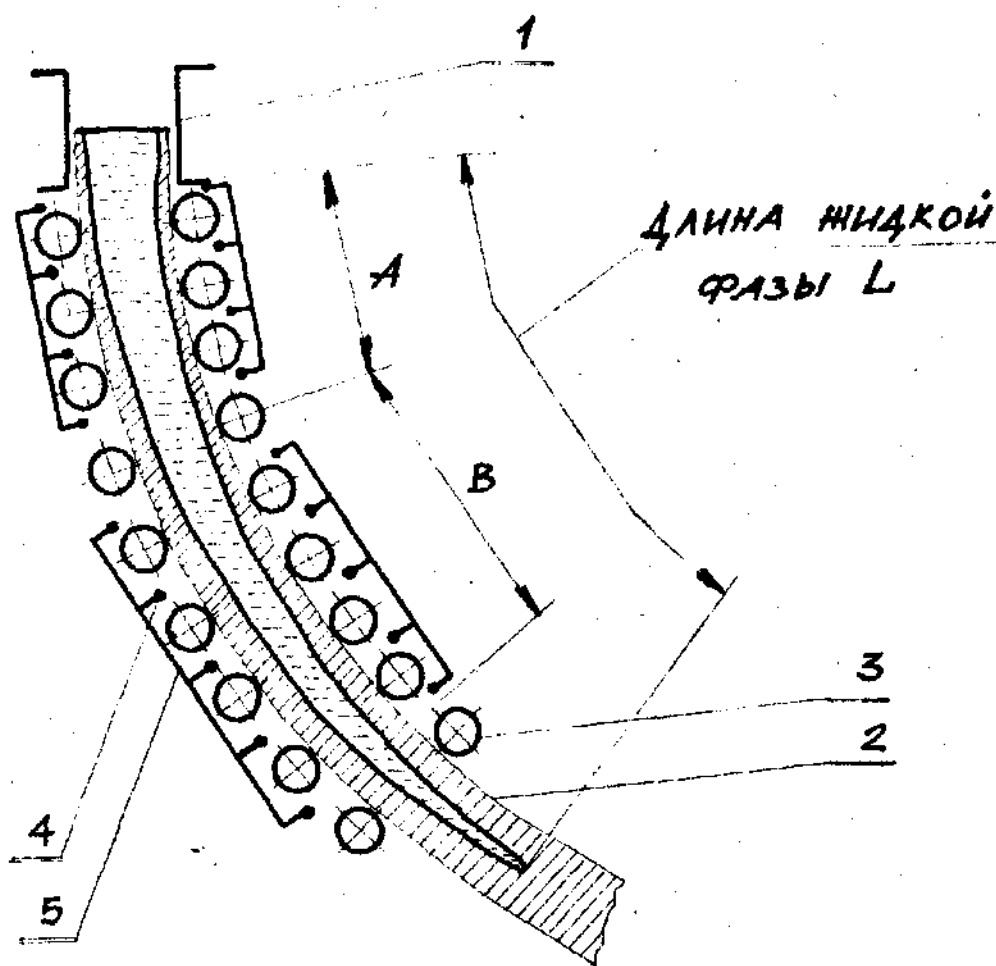
При увеличении отношения расходов воды и воздуха менее 1/50 на участке А и менее 1/100 на участке В происходит захлаживание заготовки, при этом снижается выход годного заготовок, а при уменьшении на участке А более 1/100, на участке В более 1/150 необоснованно повышается расход сжатого воздуха при том же качестве заготовок. Интенсивность охлаждения при этом резко падает и не обеспечивает нормального роста затвердевающей корочки заготовки.

Оптимальные отношения давлений воды и воздуха на участке А составляет 0,8-1,0, а на участке В 0,6-1,0. При снижении отношения давлений воды и воздуха на участке А менее 0,8, а на участке В менее 0,6 резко падает интенсивность охлаждения водовоздушной смеси, приближаясь к интенсивности охлаждения на воздухе, при этом происходит вторичный разогрев заготовки.

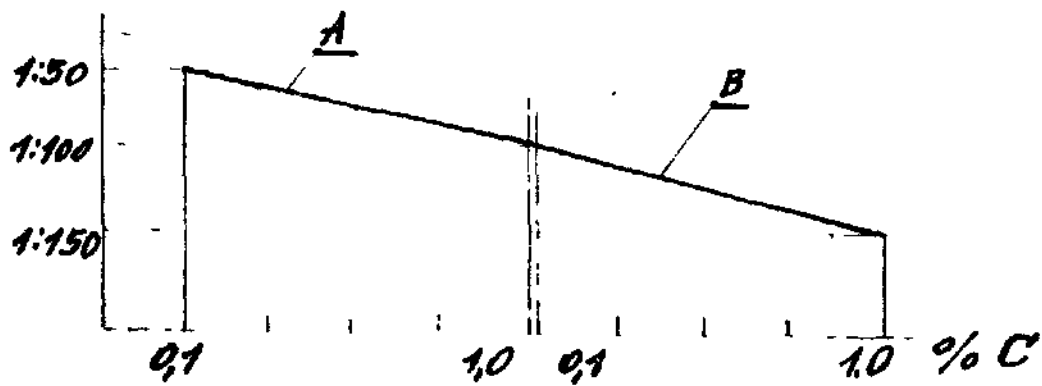
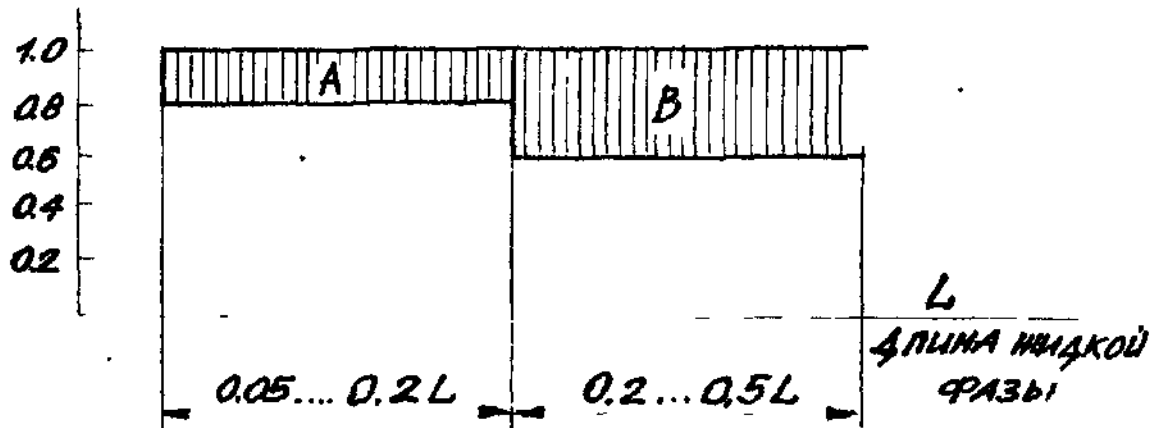
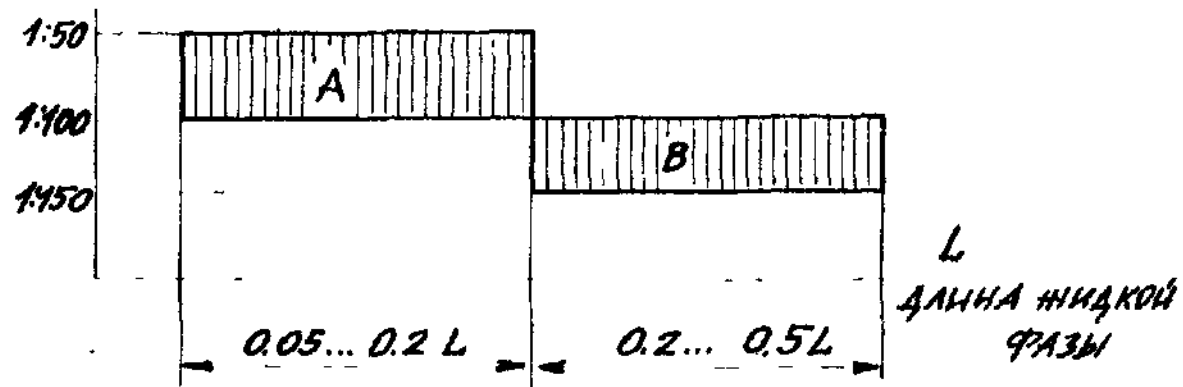
что может вызвать образование внутренних трещин. При увеличении соотношений давлений воды и воздуха более I режим охлаждения становится очень жестким, вызывая переохлаждение заготовки, при этом существенно повышается осевая рыхлость заготовки, что приводит к повышению брака заготовки.

Вариация соотношения давлений воды и воздуха в способе вторичного охлаждения непрерывнолитых слитков позволяет повы-

ситель его эффективность за счет обеспечения охлаждения заготовок по всей площади поверхности заготовки, включая подроликовые области, за счет растекания водовоздушного тумана за роликами на поверхности заготовки при указанных соотношениях воды и воздуха. Это приводит к снижению температур в зоне контакта факела с заготовкой и обеспечивает более мягкий режим охлаждения. Применение способа позволяет устранить дефекты макроструктуры заготовок, повысить качество слитков.



Фиг. 1



Фиг 2.

Упорядник А.Литвинова

Техред М Моргентал

Коректор О Кравцова

Замовлення 544

Тираж

Підписне

Державне патентне відомство України,
254655 ГСП, Київ-53, Львівська пл, 8

Виробничо-видавничий комбінат "Патент", м. Ужгород, вул.Гагаріна, 101

9.

2000

1. *Introduction*
 2. *Methodology*
 3. *Results*
 4. *Discussion*
 5. *Conclusion*
 6. *References*
 7. *Appendix*
 8. *Index*
 9. *Table of Contents*
 10. *Table of Figures*
 11. *Table of Tables*
 12. *Table of Equations*
 13. *Table of Symbols*
 14. *Table of Abbreviations*
 15. *Table of Acronyms*
 16. *Table of Units*
 17. *Table of Constants*
 18. *Table of Variables*
 19. *Table of Parameters*
 20. *Table of Functions*
 21. *Table of Operators*
 22. *Table of Symbols*
 23. *Table of Abbreviations*
 24. *Table of Acronyms*
 25. *Table of Units*
 26. *Table of Constants*
 27. *Table of Variables*
 28. *Table of Parameters*
 29. *Table of Functions*
 30. *Table of Operators*
 31. *Table of Symbols*
 32. *Table of Abbreviations*
 33. *Table of Acronyms*
 34. *Table of Units*
 35. *Table of Constants*
 36. *Table of Variables*
 37. *Table of Parameters*
 38. *Table of Functions*
 39. *Table of Operators*
 40. *Table of Symbols*
 41. *Table of Abbreviations*
 42. *Table of Acronyms*
 43. *Table of Units*
 44. *Table of Constants*
 45. *Table of Variables*
 46. *Table of Parameters*
 47. *Table of Functions*
 48. *Table of Operators*
 49. *Table of Symbols*
 50. *Table of Abbreviations*
 51. *Table of Acronyms*
 52. *Table of Units*
 53. *Table of Constants*
 54. *Table of Variables*
 55. *Table of Parameters*
 56. *Table of Functions*
 57. *Table of Operators*
 58. *Table of Symbols*
 59. *Table of Abbreviations*
 60. *Table of Acronyms*
 61. *Table of Units*
 62. *Table of Constants*
 63. *Table of Variables*
 64. *Table of Parameters*
 65. *Table of Functions*
 66. *Table of Operators*
 67. *Table of Symbols*
 68. *Table of Abbreviations*
 69. *Table of Acronyms*
 70. *Table of Units*
 71. *Table of Constants*
 72. *Table of Variables*
 73. *Table of Parameters*
 74. *Table of Functions*
 75. *Table of Operators*
 76. *Table of Symbols*
 77. *Table of Abbreviations*
 78. *Table of Acronyms*
 79. *Table of Units*
 80. *Table of Constants*
 81. *Table of Variables*
 82. *Table of Parameters*
 83. *Table of Functions*
 84. *Table of Operators*
 85. *Table of Symbols*
 86. *Table of Abbreviations*
 87. *Table of Acronyms*
 88. *Table of Units*
 89. *Table of Constants*
 90. *Table of Variables*
 91. *Table of Parameters*
 92. *Table of Functions*
 93. *Table of Operators*
 94. *Table of Symbols*
 95. *Table of Abbreviations*
 96. *Table of Acronyms*
 97. *Table of Units*
 98. *Table of Constants*
 99. *Table of Variables*
 100. *Table of Parameters*
 101. *Table of Functions*
 102. *Table of Operators*
 103. *Table of Symbols*
 104. *Table of Abbreviations*
 105. *Table of Acronyms*
 106. *Table of Units*
 107. *Table of Constants*
 108. *Table of Variables*
 109. *Table of Parameters*
 110. *Table of Functions*
 111. *Table of Operators*
 112. *Table of Symbols*
 113. *Table of Abbreviations*
 114. *Table of Acronyms*
 115. *Table of Units*
 116. *Table of Constants*
 117. *Table of Variables*
 118. *Table of Parameters*
 119. *Table of Functions*
 120. *Table of Operators*
 121. *Table of Symbols*
 122. *Table of Abbreviations*
 123. *Table of Acronyms*
 124. *Table of Units*
 125. *Table of Constants*
 126. *Table of Variables*
 127. *Table of Parameters*
 128. *Table of Functions*
 129. *Table of Operators*
 130. *Table of Symbols*
 131. *Table of Abbreviations*
 132. *Table of Acronyms*
 133. *Table of Units*
 134. *Table of Constants*
 135. *Table of Variables*
 136. *Table of Parameters*
 137. *Table of Functions*
 138. *Table of Operators*
 139. *Table of Symbols*
 140. *Table of Abbreviations*
 141. *Table of Acronyms*
 142. *Table of Units*
 143. *Table of Constants*
 144. *Table of Variables*
 145. *Table of Parameters*
 146. *Table of Functions*
 147. *Table of Operators*
 148. *Table of Symbols*
 149. *Table of Abbreviations*
 150. *Table of Acronyms*
 151. *Table of Units*
 152. *Table of Constants*
 153. *Table of Variables*
 154. *Table of Parameters*
 155. *Table of Functions*
 156. *Table of Operators*
 157. *Table of Symbols*
 158. *Table of Abbreviations*
 159. *Table of Acronyms*
 160. *Table of Units*
 161. *Table of Constants*
 162. *Table of Variables*
 163. *Table of Parameters*
 164. *Table of Functions*
 165. *Table of Operators*
 166. *Table of Symbols*
 167. *Table of Abbreviations*
 168. *Table of Acronyms*
 169. *Table of Units*
 170. *Table of Constants*
 171. *Table of Variables*
 172. *Table of Parameters*
 173. *Table of Functions*
 174. *Table of Operators*
 175. *Table of Symbols*
 176. *Table of Abbreviations*
 177. *Table of Acronyms*
 178. *Table of Units*
 179. *Table of Constants*
 180. *Table of Variables*
 181. *Table of Parameters*
 182. *Table of Functions*
 183. *Table of Operators*
 184. *Table of Symbols*
 185. *Table of Abbreviations*
 186. *Table of Acronyms*
 187. *Table of Units*
 188. *Table of Constants*
 189. *Table of Variables*
 190. *Table of Parameters*
 191. *Table of Functions*
 192. *Table of Operators*
 193. *Table of Symbols*
 194. *Table of Abbreviations*
 195. *Table of Acronyms*
 196. *Table of Units*
 197. *Table of Constants*
 198. *Table of Variables*
 199. *Table of Parameters*
 200. *Table of Functions*
 201. *Table of Operators*
 202. *Table of Symbols*
 203. *Table of Abbreviations*
 204. *Table of Acronyms*
 205. *Table of Units*
 206. *Table of Constants*
 207. *Table of Variables*
 208. *Table of Parameters*
 209. *Table of Functions*
 210. *Table of Operators*
 211. *Table of Symbols*
 212. *Table of Abbreviations*
 213. *Table of Acronyms*
 214. *Table of Units*
 215. *Table of Constants*
 216. *Table of Variables*
 217. *Table of Parameters*
 218. *Table of Functions*
 219. *Table of Operators*
 220. *Table of Symbols*
 221. *Table of Abbreviations*
 222. *Table of Acronyms*
 223. *Table of Units*
 224. *Table of Constants*
 225. *Table of Variables*
 226. *Table of Parameters*
 227. *Table of Functions*
 228. *Table of Operators*
 229. *Table of Symbols*

24
 25
 26
 27
 28

2

3

4

+

1

1

7