

ТЕХНОЛОГИЯ ПРОИЗВОДСТВА ЛИСТОВОГО ПРОКАТА

Герасимова А.А., Валеева Л.М.

*Национальный исследовательский технологический университет «МИСиС»,
г.Москва*

Ключевые слова: прокатка, моделирование, структура, стан, валок.

Аннотация. В работе описана технология продольной прокатки заготовок на стане 5000 в условиях ОАО «Выксунский металлургический завод». Описаны этапы производства листового проката и определение основных технологических параметров на проектном этапе технологии прокатки. Показано о необходимости учитывать требования по производительности, которые влияют на экономическую эффективность всего производства.

TECHNOLOGY OF SHEET METAL PRODUCTION

Gerasimova A.A., Valeeva L.M.

National University of Science and Technology "MISIS", Moscow

Keywords: rolling, modeling, structure, mill, roll.

Abstract. The paper describes the technology of longitudinal rolling of blanks at mill 5000 in the conditions of JSC "Vyksa Metallurgical Plant". The stages of sheet metal production and determination of the main technological parameters at the design stage of rolling technology are described. It is shown that it is necessary to take into account the performance requirements that affect the economic efficiency of the entire production.

Из предварительных исследований, применяемых в настоящее время при разработке технологии контролируемой прокатки, наиболее эффективными являются математическое моделирование, физическое моделирование структурного состояния металла, а также прокатка на лабораторных станах [1, 2].

Однако каждый метод в отдельности не позволяет в полной мере раскрыть картину формирования структуры и свойств металла при прокатке на стане 5000. В связи с этим актуальным является вопрос разработки комплексного подхода к предварительным исследованиям, направленного на снижение затрат на промышленные эксперименты при разработке новых технологий производства толстолистого проката.

Подготовка к производству листового проката на стане 5000 состоит из следующих последовательных этапов, показанных на рисунке 1. Основные технологические параметры, такие как температура нагрева, температурные интервалы прокатки и охлаждения могут быть определены и установлены при проектировании технологии, однако оборудование стана имеет некоторые ограничения. В отношении прокатных клетей – это максимально допустимый крутящий момент двигателя при начальных проходах (большой толщине раската) и максимально допустимое усилие прокатки (при низких температурах прокатки). Также необходимо учитывать требования по производительности, которые влияют на экономическую эффективность [3, 4].

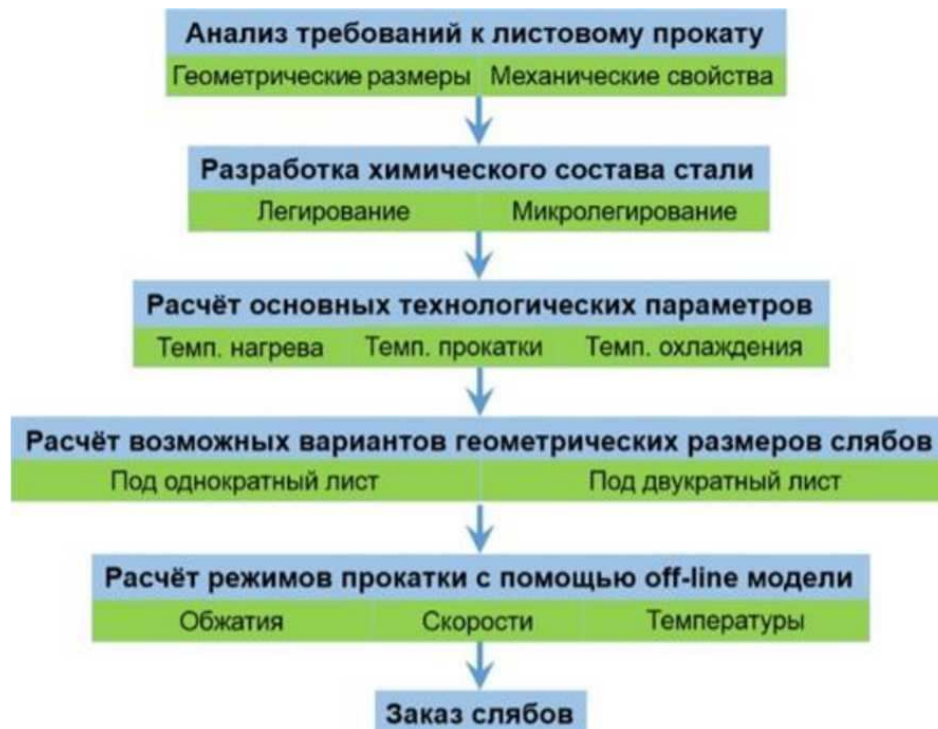


Рис. 1. Схема подготовки к производству

Стан 5000, установленный на ОАО «ВМЗ» оснащен моделью расчёта режимов прокатки с учётом ограничений энергосиловых параметров клетки и привода [5]. В большинстве случаев, возможно, получить несколько вариантов стратегий обжатий, отличающихся количеством проходов, распределением обжатий от первых проходов к последним, температурами и скоростями прокатки в отдельных проходах, показанных на рисунке 2.

Pass	Dev	Dr	Ph.	Thick	Width	Length	Thick	Width	Length	Reduc.	Spread	Phi	Eps	RollGap	Desc.	Temp.	EntryT	ExitT	Th-in	Speed	TailOut	Force	Torque
Nr	Name		Nr	cold	cold	cold	hot	hot	hot	hot	hot	equiv	reduc.		Stand	Aver.	Surf.	Surf.	Speed	Speed	Speed	Force	Torque
			(TM)	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]	[mm]		[°C]	[°C]	[°C]	[m/s]	[m/s]	[m/s]	[kN]	[kNm]
1	Ingot/Slab	0	1	243.79	1810.79	2750.94	247.82	1840.72	2796.40	0.00	0.00	0.000	0.00	0.00	0	1129.1	0.0	1129.1	0.00	0.00	0.00	0	0
2	RM	0	1	221.54	1812.43	3024.44	225.13	1841.76	3073.38	22.61	1.63	0.110	9.13	225.13	1	1113.7	1000.3	990.5	1.10	1.50	1.50	19918	3163
3	RM	0	1	200.23	1814.13	3343.22	203.46	1843.40	3397.16	21.66	1.73	0.116	9.62	203.46	0	1111.5	999.8	987.8	1.10	1.50	1.50	18860	2938
4	RM	0	1	179.80	1815.90	3719.40	182.69	1845.02	3779.06	20.76	1.74	0.124	10.20	182.69	1	1107.2	995.9	975.9	1.10	1.50	1.50	18050	2740
5	RM	0	1	160.00	1817.79	4175.42	162.56	1846.83	4242.14	20.12	1.91	0.134	11.01	162.56	0	1104.5	987.0	976.4	1.10	1.50	1.50	17233	2535
6	RM	0	1	160.00	1817.79	4175.42	162.53	1846.58	4241.55	0.01	-0.11	0.000	0.00	170.00	1	1098.1	986.3	963.2	1.10	1.50	1.50	0	0
7	RM	0	1	160.00	1817.79	4175.42	162.52	1846.42	4241.18	0.00	-0.04	0.000	0.00	170.00	0	1094.1	975.0	962.4	1.10	1.50	1.50	0	0
8	TM-Break	0	2	160.00	1817.79	4175.42	161.83	1838.54	4223.10	-0.01	0.08	0.000	0.00	0.00	0	890.3	797.9	800.0	0.00	0.00	0.00	0	0
9	RM	0	2	137.06	1820.48	4886.28	138.64	1841.17	4921.59	23.17	2.75	0.178	14.32	138.64	1	887.9	797.0	775.9	1.10	1.50	1.50	30685	3986
10	RM	0	2	117.45	1822.96	5672.05	118.78	1843.70	5736.56	19.85	2.60	0.178	14.32	118.78	0	888.2	794.2	782.4	1.10	1.50	1.50	33648	3929
11	RM	0	2	100.63	1825.27	6611.94	101.77	1846.00	6687.06	17.01	2.40	0.178	14.32	101.77	0	887.5	799.8	788.4	1.10	1.50	1.50	30694	3271
12	RM	0	2	86.21	1827.40	7706.31	87.19	1848.11	7795.65	14.57	2.23	0.178	14.32	87.19	0	886.0	805.6	794.8	1.10	1.70	1.70	28593	2643
13	RM	0	2	73.86	1829.37	8987.27	74.70	1850.05	9088.84	12.48	2.09	0.178	14.32	74.70	0	884.6	811.3	802.9	1.30	2.60	1.90	28405	2860
14	RM	0	2	63.28	1831.20	10479.29	64.00	1851.84	10597.42	10.69	1.95	0.178	14.32	64.00	0	883.2	818.2	811.4	1.60	3.50	2.00	27957	2605
15	RM	0	2	54.22	1832.89	12219.92	54.83	1853.48	12357.21	9.16	1.82	0.178	14.32	54.83	0	881.3	825.4	819.6	1.90	4.40	2.10	27277	2203
16	RM	0	2	46.45	1834.46	14250.66	46.97	1854.97	14409.98	7.85	1.70	0.178	14.32	46.97	0	878.6	831.8	826.6	2.10	5.10	2.10	25895	1939
17	RM	0	2	39.80	1835.91	16619.94	40.24	1856.31	16804.67	6.73	1.28	0.178	14.32	40.24	0	864.5	821.3	821.3	2.30	5.66	2.20	24357	1673

Рис. 2. Пример off-line расчёта прокатки на стане 5000

Целью первой стадии является получение за счёт рекристаллизации как можно более мелкого зерна аустенита. При горячей пластической деформации основными параметрами, влияющими на рекристаллизацию, являются

температура, деформация и скорость деформации. Таким образом, на этапе проектирования технологии актуальной задачей является расчёт рекристаллизационных процессов, в том числе с учётом распределения по толщине раската.

Существующий подход к исследованию включает в себя имитацию процесса прокатки на пластометрах типа Gleeble путём осадки образцов цилиндрической формы. Целью такого исследования является экспериментальное определение доли рекристаллизации металла, а также размеров аустенитных зёрен. Как правило, режимы деформации полностью повторяют предполагаемые режимы деформации на прокатном стане (общее относительное обжатие, средняя скорость деформации, среднемассовая температура).

Однако, такой подход имеет ряд недостатков, основным из которых является различие в типах напряжённого состояния при сжатии и прокатке. Поэтому такие исследования, как правило, позволяют судить только о процессах, происходящих при прокатке качественно с определённым приближением. Применение математического моделирования позволяет усовершенствовать существующую методику. Результаты моделирования могут быть использованы для имитации на цилиндрических образцах деформации отдельных слоёв прокатываемого металла с частными значениями степени скорости деформации, а также температуры. Однако, для этого необходимо иметь достоверные исходные данные для эксперимента.

Список литературы

1. Полухин П.П., Федосов Н.М., Королев А.А. Прокатное производство. 3-е изд. – М.: Металлургия, 2013. – 696с.
2. Герасимова А.А., Валеева Л.М. Технология продольной прокатки заготовок деталей // Технология машиностроения и материаловедение: Материалы международной научно-практической конференции. – Новокузнецк: НИЦ МС, 2020. – №4. – С. 60-63.
3. Целиков А.И. Основы теории прокатки. – М.: Металлургия, 1965. – 247с.
4. Грудев А.П., Машкин Л.Ф., Ханин М.И. Технология прокатного производства. – М.: Металлургия, 1994. – 651с.
5. Герасимова А.А., Романов С.П. Автоматизация непрерывного широкополосного стана горячей прокатки // Computational nanotechnology. 2020. Т. 7, № 4. С. 48-53. DOI: 10.33693/2313-223X-2020-7-4-48-53

Сведения об авторах:

Герасимова Алла Александровна – к.т.н., доцент, НИТУ «МИСиС», г. Москва;
Валеева Лилия Масалимовна – ассистент, НИТУ «МИСиС», г. Москва.