



The program, directed on development of the technology of structural steels production for automotive industry, is developed at JSC «BMZ» in frame of implementation of innovative technologies on development of automobile steel grades.

Ю. Н. ДОКУДОВСКИЙ, П. К. ГРИБОВСКИЙ, В. А. ПОЛИТОВ, ОАО «БМЗ»

УДК 669.

ОСВОЕНИЕ КОНСТРУКЦИОННЫХ МАРК СТАЛЕЙ ДЛЯ АВТОМОБИЛЬНОЙ ПРОМЫШЛЕННОСТИ НА ОАО «БМЗ»

На ОАО «БМЗ» в рамках внедрения инновационных технологий проведена работа по созданию новой наукоемкой технологии, обеспечивающей промышленное производство высокорентабельной конструкционной стали, предназначенной для изготовления деталей автомобилей ведущих европейских производителей. В связи с этим был разработан проект по постановке на серийное производство конструкционных автомобильных марок сталей в соответствии с требованиями ISO/TS 16949:2009. Проект успешно прошел сертификацию и получил продолжение в виде производства и поставке конструкционной круглой стали европейским производителям. Основными потребителями данного металлопроката являются ведущие европейские компании по производству узлов и деталей для автомобильной промышленности, и в первую очередь для автомашин AUDI, BMW, Volkswagen и др.

Разработанная в рамках проекта программа по освоению автомобильных марок сталей направлена на достижение следующих целей:

- освоение технологии производства (выплавка, разливка и прокатка) конструкционных марок сталей для автомобильной промышленности;
- производство новых марок стали с узкими пределами по химическому составу с применением автоматизации технологического процесса внепечной обработки для гарантированного обеспечения требований по полосе прокаливаемости;
- обеспечение требуемых геометрических размеров проката, качества поверхности и упаковки проката стальной лентой;
- организация идентификации и прослеживаемости металла на протяжении всего технологического процесса.

С этой целью были подготовлены стандартные спецификации на производство стали круглой го-

рячекатаной диаметром 90–140 мм из стали марок 16MnCrS5 (селект), 16MnCrS5 X30 по DIN EN 10084, C45 X10, 42CrMo4 X1 по DIN EN 10083.

К основным техническим требованиям были добавлены следующие дополнительные показатели: соответствующий химический состав стали; качество макроструктуры; чистота стали по неметаллическим включениям; геометрические размеры с суженными допусками; полоса прокаливаемости с суженными значениями твердости (HRC); качество поверхности с жесткими требованиями, практически исключая абразивную зачистку дефектов; обвязка пакетов проката стальной лентой в отличие от обвязки пакетов до настоящего времени катанкой; проверка идентичности всех прутков путем эмиссионной спектроскопии.

В сентябре 2011 г. в соответствии с планом работ на стане 850 из непрерывнолитых заготовок сечением 250×300 и 300×400 мм была произведена опытная прокатка партии кругов диаметром 90 мм (ст. 16MnCrS5 селект) и кругов диаметром 120, 130 мм (ст. 42CrMo4 X1).

Выплавку сталей марок 16MnCrS5 (селект) и 42CrMo4 X1 проводили в электродуговой электропечи № 3 в соответствии с установленным регламентом по химическому составу (табл. 1, 2).

Из таблиц видно, что полученные значения химических элементов находились на уровне целевых значений и соответствовали требованиям спецификации.

При выпуске из печи металл проходил внепечную обработку на УВОС № 2 продолжительностью не менее 60 мин. Разливку производили в серию на один промковш. Затем заготовки передавали в нагревательную печь стана 850 для нагрева до требуемых температур. Нагрев непрерывнолитых заготовок осуществляли по режимам для второй группы марок сталей согласно действующей ТИ.

Таблица 1. Химический состав стали марки 16MnCrS5 (селект), плавка №оп81

		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Mo	Cu	Sn	Al	N	Di
Требования НД	min	0,17	0,10	1,00	—	0,030	0,90	—	—	—	—	0,020	0,008	
	max	0,22	0,30	1,30	0,035	0,040	1,10	0,30	0,08	0,30	0,030	0,050	0,015	
Рекомендуемые пределы	min	0,18	0,15	1,00	—	0,030	1,0	—	—	—	—	0,020	0,008	2,25
	max	0,20	0,25	1,15	0,020	0,035	1,04	0,20	0,05	0,30	0,030	0,040	0,010	2,46
Цель		0,19	0,22	1,10	0,020	0,035	1,03	0,12	0,04	0,15	0,030	0,025	0,0090	2,35
Проба 82		0,20	0,226	1,19	0,016	0,034	1,022	0,086	0,035	0,154	0,010	0,021	0,009	

Таблица 2. Химический состав стали марки 42CrMo4 X1, плавка №оп34

		C	Si	Mn	P	S	Cr	Ni	Cu	Al	Mo	V	Sn	Ti	H ₂	Di
Требования НД	min	0,38	0,15	0,65	—	0,020	0,90	—	—	0,020	0,15	—	—	—	—	5,01
	max	0,44	0,35	0,90	0,025	0,030	1,10	0,25	0,25	-	0,25	0,06	0,03	0,02	2,5	5,65
Цель	min	0,42	0,22	0,80	0,015	0,020	1,05	0,08	0,15	0,025	0,21					5,47
	max	0,43	0,22	0,85	0,015	0,022	1,05	0,15	0,20	0,027	0,21					5,77
Проба 82		0,42	0,25	0,81	0,013	0,025	1,04	0,07	0,15	0,025	0,20	0,01	0,01	0,01	1,4*	

* Замер водорода проводили на внепечной обработке после вакуумирования.

Таблица 3. Геометрические параметры заготовок плавки №оп81

Номер плавки	Профиль, мм	Геометрические параметры проката								
		начало плавки, диаметр, мм		середина плавки, диаметр, мм		конец плавки, диаметр, мм		овальность, мм	кривизна, мм/м	косина реза, мм
		мин.	макс.	мин.	макс.	мин.	макс.			
оп81	Ø 90	89,2	90,4	89,8	90,3	89,5	90,3	0,5	1,6	0,4
Требования контракта (спецификации)		89,1	90,9	89,1	90,9	89,1	90,9	не более		
								1,35	2,0	9,0

Прокатку кругов осуществляли в соответствии с требованиями действующей технологической инструкции и по утвержденным таблицам калибровки в специально нарезанном калибре. Это, в первую очередь, связано с высокими требованиями по допускам на размер: $\pm 1\%$ от номинального диаметра, и в процессе прокатки осуществляли их тщательный контроль.

На пиле горячей резки на каждом раскате производили промежуточный отбор проб для обеспечения стабильных геометрических размеров, а также для испытаний на осадку с целью выявления наличия скрытых дефектов на прокате. На этих же образцах проводили контроль химического состава, прокаливаемости, величины аустенитного зерна и неметаллических включений.

Геометрические размеры готового проката опытной плавки №оп81 приведены в табл. 3.

Из таблицы видно, что полученные геометрические размеры полностью соответствовали требованиям контракта (спецификации).

После порезки металл охлаждали на речном холодильнике с последующим охлаждением на промежуточном складе (для марки 16MnCrS5 селект) и предварительным охлаждением в колодцах

замедленного охлаждения (для марки 42CrMo4X1) по установленному режиму с целью получения требуемой твердости.

Важнейшая особенность при производстве данных марок сталей – получение механических свойств проката, основными параметрами которых являются полоса прокаливаемости и твердость. Механические свойства стали опытных плавки №оп81 и оп34 (прокаливаемость, твердость) приведены в табл. 4, 5.

Из таблиц видно, что значения прокаливаемости и твердости, полученные на опытных плавках, полностью соответствуют требованиям контрактов (спецификаций).

Размер аустенитного зерна на плавке № оп81 на двух образцах составил 7,5 баллов, что удовлетворяет требованиям спецификации. Суммарное значение неметаллических включений по методу К составило 3 ед., что удовлетворяет требованию спецификации – не более 20 ед.

После охлаждения прокат на линии отделки проходил 100%-ный ультразвуковой контроль, в результате которого контролировалось наличие поверхностных и внутренних дефектов в соответствии с требованиями контрактов (спецификаций). Затем прокат поступал на участок пилы холодной резки,

Т а б л и ц а 4. Механические свойства стали плавки №оп81 (16MnCrS5 селект)

Профиль, мм		Полоса прокаливаемости (расстояние от торца)									Твердость НВ	
		1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	мин.	макс.
Ø90	проба 1	44,0	43,5	39,5	36,5	30,5	28,5	27,0	26,0	23,5	197	198
	проба 2	44,0	43,5	40,5	35,5	30,5	27,5	25,5	25,5	24,0		
Требования контракта (спецификации)	мин.	41,0	39,0	33,0	29,0	27,0	25,0	23,0	22,0	20,0	170	230
	макс.	45,0	44,0	41,0	38,0	34,0	31,0	29,0	28,0	26,0		

Т а б л и ц а 5. Механические свойства стали плавки №оп34 (42CrMo4 X1)

Расстояние от торца, мм	1,5	3	5	7	9	11	13	15	20	25	30	35	40	45	50
HRC мин.	56	56	55	54	53	50	49	48	44	41	39	38	37	37	36
HRC макс.	60	60	60	59	59	58	58	57	55	52	50	47	46	45	44
Фактическое значение HRC	58	57,5	57	56	56	54,5	54,5	53,5	50,5	47	44,5	42,5	40	40	37,5
	57,5	57	56,5	56	54,5	52	51,5	51,5	50	45,5	42,5	39,5	38,5	38,5	37,5

где проходил порезку на мерные длины и отбор проб для аттестационных испытаний: для определения макроструктуры и твердости. Исследования макроструктуры плавок №оп81 и оп34 показали удовлетворительный результат. В макроструктуре представленных темплетов не выявлено усадочной раковины, рыхлостей, пузырей, расслоений, внутренних трещин, шлаковых включений и флоконов.

По результатам проведенной работы опытные плавки готового проката полностью соответствовали условиям контракта (спецификации) и были отгружены в адрес потребителей. Отгруженный металлопрокат у потребителя успешно прошел входной контроль и последующую переработку, о чем документально подтверждено результатами сличительных испытаний.