

Новые аспекты импортозамещения.

Сравнение марок стали AISI 316L (03X17H14M3) и 12X18H10T



Статья поднимает вопрос о массовом замещении в производстве машиностроительной и приборостроительной продукции нержавеющей стали импортной марки 03X17H14M3 (AISI 316L) отечественной маркой 12X18H10T. Проводится сравнение их химического состава, показателя твердости и механических свойств. Объяснено, почему промышленные предприятия до сих пор не перешли на нержавеющую сталь 12X18H10T. На примере вихревых счетчиков-расходомеров «ЭМИС-Вихрь 200» показано, что данное решение является назревшим шагом на пути импортозамещения.

ЗАО «Электронные и механические измерительные системы»,
г. Челябинск

В настоящее время импортозамещение в отечественной промышленности стало не просто стратегией развития на годы вперед, а насущной необходимостью, когда аналоги импортного оборудования нужны здесь и сейчас. Из-за ужесточения санкций и ухода с рынка многих зарубежных компаний российские производите-

ли наблюдают повышенный спрос на свою продукцию и ищут возможности наращивания объемов производства. Казалось бы, проблема конкуренции решена, осталось лишь занять освобождающуюся нишу.

Однако экономические реалии таковы, что конечная стоимость оборудования российского производства

значительно выросла, что вызвало недопонимание со стороны ряда заказчиков: «Вы же отечественные производители, откуда такие цены?». Чтобы ответить на этот вопрос, следует разобраться в основных факторах, влияющих на ценообразование, и в первую очередь в ситуации на рынке металла (рис. 1).



Рис. 1. Продукция из нержавеющей стали

Как дорожала сталь и при чем тут Лондонская биржа?

В начале марта этого года промышленники столкнулись с резким повышением стоимости отечественного металлопроката. По данным аналитиков, только за первую неделю весны 2022 года наблюдалось две волны подорожания металла в общей сложности на 80 %, что стало критичным даже для тех производителей продукции из стали, кто практически не зависит от импортных поставок. Причиной повышения стоимости как отечественной, так и импортной стали послужило не только колебание курса рубля по отношению к иностранной валюте, но и в первую очередь ценообразование основных легирующих добавок, например хрома, никеля, молибдена, для нержавеющей сталей и сплавов, исходя из котировок Лондонской биржи цветных металлов.

И хотя после вмешательства Минпромторга России ситуация несколько стабилизировалась, ценообразование на конечный продукт по-прежнему во многом зависит от высокой стоимости металла, отразившейся на стоимости комплектующих.

Не стало исключением и приборостроение как часть машиностроительной отрасли, где преимущественно используются конструкционные нержа-

вующие стали, обладающие такими свойствами, как стойкость к коррозии, прочность и технологичность. Наиболее популярными марками этого типа сталей являются отечественная сталь 12X18H10T, а также 03X17H14M3 – российский аналог стали марки 316L, выпускаемой в соответствии с американским стандартом AISI.

Следует отметить, что нержавеющая сталь производится в Российской Федерации в соответствии с ГОСТ 5632-2014 «Нержавеющие стали и сплавы коррозионно-стойкие, жаростойкие и жаропрочные». При этом в соответствии с указанным стандартом и 12X18H10T, и 03X17H14M3 являются криогенными конструкционными марками стали аустенитного класса. Криогенными данные марки нержавеющей стали называют потому, что минимальная температура применения у них составляет до -196°C . В связи с этим следует заметить, что химический состав материала зарубежных производителей нормируется различными системами стандартизации, существующими в каждой стране, производящей стали и сплавы, или действующими в рамках международных некоммерческих организаций на базе профессиональных сообществ.

Несмотря на разницу в маркировке, соответствующей национальным и международным стандартам,

качественные характеристики марок нержавеющей сталей производителей из разных стран являются и по химическому составу, и по физическим и механическим свойствам во многом идентичными.

Сталь 316L в соответствии с американским стандартом AISI и российский аналог 03X17H14M3

Данную сталь отличает низкое содержание углерода и наличие в составе молибдена, который увеличивает коррозионную стойкость и улучшает устойчивость к точечной коррозии. Сталь марки AISI 316L (03X17H14M3) используется в производстве оборудования для химической и пищевой промышленности, инструментов, вступающих в контакт с морской водой, оборудования, подверженного воздействию высококоррозионных сред. Характеристики стали данной марки позволяют использовать изделия из нее при температуре от -196 до $+450^{\circ}\text{C}$.

Благодаря наличию в составе молибдена и никеля коррозионная устойчивость металла допускает применение в условиях одновременно криогенных температур и агрессивных сред (хлористая среда, уксусная и серная кислота, растворы щелочей и солей). Сплав железа и хрома образует на поверхности стали защитный слой, устойчивый к механическим и хими-



Рис. 2. Вихревые расходомеры «ЭМИС-ВИХРЬ 200»

Таблица 1. Сравнение химического состава марок нержавеющей стали 12X18H10T и 03X17H14M3 (AISI 316L)

Марка	Содержание химического элемента									
	C	Si	Mn	Ni	S	P	Cr	Mo	Cu	
03X17H14M3	до 0,03	до 0,4	1–2	13–15	до 0,02	до 0,035	16–18	2,5–3,1	–	
12X18H10T	до 0,12	до 0,8	до 2	9–11	до 0,02	до 0,035	17–19	–	до 0,3	(5С – 0,8) Ti, остальное Fe

ческим воздействиям. Титан в составе стали данной марки отсутствует.

Стоит отметить, что в настоящее время сталь в соответствии с американским стандартом хоть и присутствует на российском рынке, но из-за колебания курса национальной валюты и других факторов значительно выросла в цене. Российский же аналог 03X17H14M3 традиционно является доступным, но в силу того, что не имеет широкого применения в сравнении с 12X18H10T, изготавливается только под заказ. При этом стоимость молибденсодержащего сплава значительно выше титановой нержавеющей стали, именно этим и объясняется большее распространение нержавеющей стали 12X18H10T при сопоставимых физических характеристиках и механических свойствах.

Сталь 12X18H10T в соответствии с российским стандартом

Сталь данной марки содержит углерод в количестве, не превышающем 0,12%. «X18» указывает на содержание хрома до 18%. «H10» – на содержание никеля до 10%. Буква «Т» в конце названия марки означает, что в стали содержится титан (общее содержание – до 1%). Титан при производстве стали используется как сильный карбидо- и нитридообразующий легирующий элемент, а также как хороший раскислитель. Наличие в составе стали титана повышает ее прочность и плотность, способствует измельчению зерна, улучшает обрабатываемость и сопротивление коррозии.

Нержавеющая сталь 12X18H10T применяется для изготовления оборудования, контактирующего с агрессивными средами: растворами азотной, уксусной, фосфорной кислот, растворами щелочей и солей.

Сталь 12X18H10T при аналогичных условиях сочетания температуры и агрессивных рабочих сред в сравнении с AISI 316L (03X17H14M3) также может применяться в температурном диапазоне от –196 °С, но максимальная температура эксплуатации при

этом составляет +350 °С. То есть эксплуатационные свойства 12X18H10T и 03X17H14M3 (AISI 316L) в значительной степени совпадают.

Благодаря перечисленным свойствам, а также более выгодной стоимости хромоникелевая нержавеющая сталь 12X18H10T занимает лидирующие позиции на рынке отечественного металлопроката и является наиболее востребованной криогенной конструкционной сталью аустенитного класса в различных отраслях промышленности:

- ▶ пищевой;
- ▶ нефтяной;
- ▶ химической;
- ▶ топливно-энергетическом комплексе;
- ▶ машиностроении.

При этом зачастую в пищевой отрасли применяется не 12X18H10T или 03X17H14M3, а 08X18H10 (AISI 304), как еще более распространенная с точки зрения доступности и стоимости на рынке РФ. Однако 08X18H10 является коррозионно-стойкой и жаропрочной маркой нержавеющей стали, а значит, имеет состав и свойства, отличные от криогенных конструктивных нержавеющих сталей аустенитного класса – 03X17H14M3 и 12X18H10T.

Именно сталь марки 12X18H10T традиционно применяется для изготовления проточных частей и прочих корпусных деталей вихревых счетчиков-расходомеров «ЭМИС-Вихрь 200» (рис. 2), предназначенных для эксплуатации на агрессивных жидких и газообразных средах, в условиях экстремально низких и высоких температур, а также для работы под высоким давлением.

Следует отметить, что вихревые счетчики-расходомеры «ЭМИС-Вихрь 200» сертифицированы в соот-

ветствии с ГОСТ Р 53679-2009 (ИСО 15156-1:2001) и ГОСТ Р 53678-2009 (ИСО 15156-2:2003) «Нефтяная и газовая промышленность. Материалы для применения в средах, содержащих сероводород, при добыче нефти и газа». Кроме того, данные приборы успешно прошли испытания и получили положительное заключение АО «Газпром ВНИИГаз» на соответствие РТМ 311.001-90 «Приборы для установок добычи и переработки природного газа и нефти, содержащих сероводород и углекислый газ. Требования к материалам приборов и условиям эксплуатации».

Сравнение сталей 12X18H10T и 03X17H14M3 (AISI 316L)

Идентичность эксплуатационных свойств сталей марок 12X18H10T и 03X17H14M3 (AISI 316L) и возможность их взаимной замены определяется в первую очередь совпадением химического состава по содержанию никеля, хрома и некоторых других входящих в состав элементов.

Как видно из табл. 1, основным различием в химическом составе этих марок сталей является наличие титана для стали 12X18H10T и молибдена для стали 03X17H14M3 (AISI 316L). Максимальное совпадение по относительному содержанию остальных компонентов сравниваемых марок сталей, в свою очередь, обеспечивает и значительное совпадение ряда физических свойств данных нержавеющих сплавов, например плотности: 8000 кг/м³ (03X17H14M3) и 7920 кг/м³ (12X18H10T). При этом показатель твердости по Бринеллю для данных марок сталей является одинаковым (табл. 2).

Обе марки стали являются свариваемыми без ограничений, не-

Таблица 2. Показатель твердости марок стали 12X18H10T и 03X17H14M3

Марка	Твердость материала поковки
03X17H14M3	HВ 10 ⁻¹ = 179 МПа
12X18H10T	HВ 10 ⁻¹ = 179 МПа

Таблица 3. Механические свойства при T = 20 °C

Марки стали	Механические свойства						
	Сортамент	Размер, мм	σ _B , МПа	σ _T , МПа	d ₅ , %	ψ, %	Термообработка
03X17H14M3	Лист тонкий		490	196	40		Закалка 1030–1070 °C, воздух
12X18H10T	Лист тонкий		530	205	40		Закалка 1050–1080 °C, охлаждение вода
03X17H14M3	Прутки	Ø 60	490	196	40		Закалка 1070–1100 °C, охлаждение вода
12X18H10T	Прутки	до Ø 60	510	196	40	55	Закалка 1020–1100 °C, охлаждение воздух
03X17H14M3	Поковки		470	176	35	45	
12X18H10T	Поковки	до 1000	510	196	35	40	Закалка 1050–1100 °C, вода
03X17H14M3	Лист толстый		490	196	40		Закалка 1080–1100 °C, охлаждение вода
12X18H10T	Лист толстый		530	235	38		Закалка 1000–1080 °C, охлаждение вода

чувствительными к разрыву тела отливки вследствие влияния водорода и не склонными к отпускной хрупкости. И это еще несколько аргументов в пользу взаимозаменяемости нержавеющей сталей 12X18H10T и 03X17H14M3 (AISI 316L) при определенных условиях.

Из табл. 3 видно, что основные механические характеристики однотипных металлоизделий как для 12X18H10T, так и для 03X17H14M3 являются сопоставимыми или совпадают с незначительными отклонениями.

Таким образом, следует обоснованно прийти к выводу, что в большинстве случаев нержавеющей стали марок 12X18H10T и 03X17H14M3 (AISI 316L) являются взаимозаменяемыми, при этом сталь 12X18H10T, в силу большей практики применения, распространения и доступности на территории РФ, является более выгодным и доступным материалом для машиностроения и приборостроения. Притом что и у нее есть зарубежные аналоги, в частности сталь 321H в соответствии со стандартом AISI. Вместе с тем применение 03X17H14M3 (AISI 316L), например, в агрессивных условиях при температуре выше +350 °C, безусловно, оправданно и является предпочтительным, несмотря на то что максимальная температура эксплуатации для изделий из 12X18H10T составляет +600 °C (но для неагрессивных сред).

В чем импортозамещение?

Актуальность типологии сталей 12X18H10T и 03X17H14M3 (AISI 316L) при текущей рыночной ситуации в РФ стала тем более острой, что с отече-

ственного рынка в марте 2022 года в большинстве своем ушли поставщики и производители зарубежного оборудования, основным конструкционным материалом которого, например запорной арматуры и КИПиА, являлась нержавеющая сталь марки AISI 316L, в силу происхождения такой продукции.

Описанная выше ситуация сложилась в связи с большим объемом импорта машиностроительной продукции в Россию в период с конца 90-х годов прошлого столетия до текущего момента, а применение стали марки AISI 316L настолько вошло в практику эксплуатации, что требования по изготовлению из нее корпусных деталей, контактирующих с рабочей средой, можно встретить в опросных листах и технических заданиях предприятий практически всех отраслей промышленности России. При этом российский аналог 03X17H14M3 как эквивалент в них не упоминается и не рассматривается, а возможность замены на более доступный аналог 12X18H10T не предполагается.

Вместе с тем в первую очередь перед компаниями нефтегазовой отрасли в этой ситуации остро стоит вопрос реализации ранее запланированных проектов, бюджеты которых были сформированы до 2022 года, и их превышение зачастую является не только крайне нежелательным, но и невозможным. При этом в проектную документацию заложено зарубежное оборудование из нержавеющей стали марки AISI 316L, выпуск которой на территории РФ еще не стал массовым, а доступность аналога 03X17H14M3, как уже говорилось, ограничена по причине цены и необходимости за-

каза промышленной партии, чего не могут себе позволить многие машиностроительные и приборостроительные предприятия страны при отсутствии стабильного заказа на продукцию из данного материала или при небольших объемах заказа.

В связи с этим закономерным процессом на пути импортозамещения в машиностроительной и приборостроительной отраслях видится обоснованный переход в производстве оборудования, изготовленного из нержавеющей стали марки 12X18H10T, и отказ от чрезмерного и необоснованного требования заказчиков, в первую очередь предприятий нефтегазовой, химической и металлургической отраслей промышленности, о применении стали 03X17H14M3 (AISI 316L) для изготовления корпусных деталей и конструктивных элементов сложных технических устройств. Данное решение не только позволит развиваться машиностроительным предприятиям и приборостроительным компаниям России, но и, создав потребность данного конструкционного материала (12X18H10T) в форме стабильного заказа, даст толчок развитию металлургической отрасли и экономике России в целом.

Д.А. Лихачева,
руководитель инженерного центра,
С.С. Рогожин, руководитель группы
«Массовые расходомеры»,
ЗАО «Электронные и механические
измерительные системы», г. Челябинск,
тел.: +7 (351) 729-9912,
8 (800) 301-6688,
e-mail: sales@emis-kip.ru,
сайт: www.emis-kip.ru