



ЛАСМЕТ

ООО Лаборатория специальной металлургии

Дата выполнения перевода: 05.08.2006

Язык оригинала: английский

Переводчик: Е.А. Шерстобитова

Редактор: А.А. Алексеенко

Автор: Тецууро Охаши

Заглавие перевода: **Производство и технология чугуна и стали в Японии в 2003 году. Обзор**

Аннотация: Представлен обзор экономического состояния японской промышленности чугуна и стали в 2003 г., задачи стоящие перед металлургическими компаниями в области управления, снижения себестоимости, повышения качества продукции, защиты окружающей среды. Показана структура и формы работы технического и научного сообществ по решению актуальных проблем, новые разработки в технологиях производства чугуна, стали, проката, контроля качества продукции. Представлены новые марки стали с улучшенными свойствами и покрытиями, поставляемые на предприятия судостроительной, автомобильной, пищевой промышленности и др.

Ключевые слова: чугун, сталь, технология, Япония, инновации

Автор: Tetsuro Ohashi

Заглавие оригинала: **Production and Technology of Iron and Steel in Japan during 2003. Review**

Основное заглавие источника: ISIJ International

Место издания, место проведения мероприятия – город, страна: Japan

Год 2004

Том 44

№ 6

Стр. 941 - 956

1. Обзор состояния японской сталеплавильной промышленности

В течение 2003 года японская экономика продолжала плавно развиваться. Несмотря на снижение бюджетных расходов, в целом настроение в японской деловой среде улучшилось, что связано с ростом биржевых курсов и стабильно развивающейся экономикой восточно-азиатского региона, где распространение САРС [атипичной пневмонии] было минимизировано и был достигнут стабильный рост инвестиций. Кроме того, на потребительском рынке наметилась тенденция роста расходов, при этом сохранились высокие экспортные показатели. В результате, в настоящее время в планах правительства на текущий год – обеспечить реальный темп роста ВВП на уровне +2%, при этом номинальный прирост ВВП должен также принять положительное значение +0,1%. С другой стороны, проблема дефляции в экономике до сих пор остается актуальной. Несмотря на то, что национальный индекс потребительских цен в октябре вырос в сравнении с прошлогодним показателем за тот же месяц, что, кстати, случилось впервые за последние пять с половиной лет, в целом на протяжении всего года цены продолжали понижаться. Еще одна проблема экономики заключается в сфере занятости. Общий показатель безработицы в декабре упал на 4,9%, однако в целом по году уровень безработицы оставался высоким — около 5,3%, при этом общее число безработных в 2003 году составило в среднем 3,5 миллиона человек, таким образом, уже пятый год подряд число безработных в стране превышает 3 миллиона.

Что касается внутреннего спроса, анализируемого на основе статистики заказов в строительном секторе, в 2003 году спрос умеренно рос благодаря увеличению объема инвестиций из частного сектора экономики в нежилищный строительный сегмент. Однако жилищное строительство осталось на том же уровне что и в 2002 году, а гражданское строительство сократилось вследствие снижения числа проектов строительства общественных сооружений. Таким образом, находясь в балансе, спрос в строительном секторе в целом показал понижательную тенденцию. Касательно отраслей обрабатывающей промышленности, помимо активизации поставок в автомобилестроительную отрасль и по-прежнему благоприятного состояния судостроения, в 2003 году продолжалось интенсивное развитие машиностроения, в частности, в сферах строительного оборудования и оборудования по обработке металлов, пользующегося высоким спросом на внешнем рынке. В целом, по отношению к предыдущему году поставки в отрасли обрабатывающей промышленности возросли.

Общий объем экспорта чугуна и стали упал относительно предыдущего года (что, надо сказать, произошло впервые за последние 7 лет) на 5,1% и составил 34,46 млн. тонн. Тем не менее, общий экспортный показатель остался высоким, что в основном объясняется активными продажами продукции в Китай.

В этой связи стоит отметить, что китайское производство черновой стали в 2003 году превысило 200 млн. тонн и, тем самым, Китай стал первой в мире страной, когда-либо достигавшей такого уровня производства. Спрос на сталь на китайском рынке также значительно вырос — на 26% от показателя 2002 года, и достиг 266 млн. тонн.

С другой стороны, в Японии впервые за последние 3 года вырос общий объем импорта чугуна и стали, составивший 5,96 млн. тонн; таким образом,

прирост импорта чугуна и стали по отношению к прошлогоднему показателю составил 13,3 %. Однако показатель импорта плоского проката, а именно, листового проката и широкополосной горячекатаной стали, оказался ниже ожидаемого. Среди основных источников поставок стандартной стальной продукции (подката плоской углеродистой стали) импорт из Тайваня падал в течение 11 месяцев подряд, в то же время импорт из Китая, наоборот, последовательно увеличивался в течение 10 месяцев.

В 2003 году японское производство стали выросло на 2,6 % по сравнению с 2002 годом, достигнув в общей сложности 110,51 млн. тонн. Таким образом, уже четвертый год подряд данный показатель превысил порог в 100 млн. тонн. Рост производства обусловлен активным спросом на продукцию в отечественной обрабатывающей промышленности и стабильным ростом экспортных поставок в азиатские страны, в частности в Китай. Среди наиболее заметных тенденций по развитию стоит отметить снижение доли производства стали в электропечах, которая падала последние 7 лет, снижаясь до 26,4 %, а по типам продукции можно выделить производство специальных сталей, активно реализующихся в сфере автомобилестроения, которое выросло по сравнению с 2002 годом на 8,8 % и составило 22,19 млн. тонн. В **Таблице 1** указаны тенденции в развитии внутреннего производства чугуна и стали, а также фактические итоги производства основных видов стальной продукции.

Таблица 1. Тенденции производства чугуна, стали и основных видов стальной продукции (за единицу принято 1 000 тонн)

	1999	2000	2001	2002	2003	2003-2002 %
Сталь	94,192	106,444	102,866	107,745	110,514	2,6
конвертерная	65,452	75,784	74,442	78,533	81,355	3,6
электросталь	28,740	30,660	28,424	29,212	29,160	-0,2
Доменный чугун	74,518	81,071	78,836	80,979	82,087	1,4
Горячекатаная рядовая	73,221	83,044	78,927	80,838	81,749	1,1
крупные Н-профили	6,652	7,235	6,206	5,914	5,613	-5,1
средние и мелкие профили	1,636	1,752	1,558	1,576	1,501	-4,8
мелкая полоса	11,850	12,247	11,908	12,430	11,644	-6,3
катанка	2,896	2,736	2,401	2,056	1,883	-8,4
средний и толстый лист	7,629	8,618	9,301	9,066	10,153	12,0
широкая горячекатаная полоса	36,873	44,529	41,724	44,152	45,438	2,9
Горячекатаная специальная сталь	14,224	15,748	15,835	17,451	18,736	7,4
конструкционная	5,430	6,209	6,087	6,688	7,329	9,6
нержавеющая	2,651	3,021	3,138	3,096	3,328	7,5
пружинная и подшипниковая	1,008	1,172	1,009	1,099	1,263	14,9

В 2003 году в промышленности наблюдался рост доходов, что было обусловлено снижением производственных издержек и проведением на предприятиях ряда рационализаторских мероприятий, стремительным ростом спроса на китайском рынке и повышением внутренних цен на стальную продукцию, как в рыночной торговле, так и по заключаемым договорам с фиксированной ценой. В конечном итоге, благодаря сочетанию всех этих факторов на большинстве предприятий в этом году ожидается существенный рост прибылей.

Несмотря на то, что достижение таких положительных результатов в определенной степени зависело от внешнего спроса, 2003 год был удачным и с точки зрения собственного производства, цен и корпоративной интенсивности труда. Единственным негативным фактором стал рост производства в китайской промышленности, который привел к глобальному росту цен на сырье, включая чугун, уголь, ферросплавы, лом и другое. В частности, цена на японском рынке стального лома достигла 20 000 йен за тонну, из-за чего в итоге одному производителю стали пришлось полностью остановить производство.

Несмотря на то, что японская металлургическая промышленность пытается самостоятельно выйти из временного кризиса, условия для бизнеса на японском рынке все же остаются сложными, в чем можно убедиться на примере данных занятости в сталеплавильном производстве. Общий уровень занятости [в сталеплавильном производстве] в 2003 году продолжил падать и составил 155 000, что более чем на 10 000 уступает аналогичному показателю конца 2002 года.

Для укрепления корпоративного фундамента и усиления своих позиций в глобальном масштабе, Япония, с одной стороны, проводит полную реорганизацию своей металлургической промышленности и, с другой, находит новые точки соприкосновения с иностранными компаниями. Среди наиболее заметных событий внутрипромышленной реорганизации можно отметить следующее: в апреле 2003 года произошло слияние двух компаний NKK и Kawasaki Steel в одну крупную корпорацию JFE Steel, ставшей одной из пяти новых производственных компаний, созданных на втором этапе слияния в JFE Holding. Последний был, в свою очередь, основан в качестве холдинговой структуры в сентябре 2002 года. JFE Steel теперь является одним из главных конкурентов корпорации Nippon Steel – крупнейшего в Японии производителя стали. В то же время компании Nippon Steel, Sumitomo Metal Industries Ltd и Kobe Steel Ltd также сформировали крупный альянс. И в результате такой реорганизации японская интегрированная стальная промышленность разделилась на две большие группы.

В рамках другого эпохального события, случившегося в течение 2003 года, компании Sumitomo Metals и China Steel Corporation (CSC) объявили о создании нового совместного производственного проекта, в котором будут задействованы мощности завода Sumitomo Metals в г. Вакаяма (Wakayama Works). В июле 2003 года Sumitomo, CSC и трейдинговая компания Sumitomo Corporation создали для этого проекта холдинговую компанию, вслед за этим в ноябре открыли дочернюю компанию, корпорацию Sumikin Iron & Steel Corporation, как часть холдинговой компании, которая занялась управлением производственной деятельностью холдинга на заводе Wakayama Works. Такая организация позволяет Sumitomo Metals более эффективно использовать свои производственные мощности, в то же время CSC получает гарантированный стабильный источник поставок полупродуктов для своего сталелитейного производства.

Еще одно важное событие произошло в ноябре 2003 года, когда Nippon Steel и Sumitomo Metals отделили свои доли в бизнесе, связанным с производством нержавеющей стали, и создали корпорацию Nippon Steel & Sumikin Stainless Steel Corporation, которая на сегодняшний день является самым крупным в Японии производителем нержавеющей стали.

Помимо событий, происходящих в сталелитейной промышленной отрасли как таковой, полным ходом шла реорганизация трейдинговых компаний, занятых торговлей стальной продукцией. В январе 2003 года корпорация Mitsubishi и

компания Nissho Iwai объединили свои подразделения по торговле сталью и создали новую компанию под названием Metal One, а позже в этом же году Sumitomo Corporation перекупила у Nichimen бизнес по продажам стальной продукции.

В том же году японские производители стали начали предпринимать важные шаги в ответ на быстроразвивающийся китайский рынок. Nippon Steel подписала соглашение с Baoshan Iron & Steel Co и ARCELOR по созданию совместного проекта по производству и сбыту тонколистовой стали для автомобильной промышленности на заводе Baoshan Works. Одновременно с этим компания JFE Steel заключила соглашение с группой компаний Guangzhou Iron & Steel о создании совместного проекта по производству и сбыту горячеоцинкованной листовой стали для автомобильных панелей.

Невзирая на то, что объем инвестиций в японскую стальную промышленность в течение нескольких лет подряд уменьшался, 2003 год принес с собой невероятный рост капиталовложений (на базе строительства) во все без исключения металлургические предприятия страны, при этом инвестиционный рост достиг двухзначных показателей, то есть оказался значительно выше предыдущих лет. Помимо проектов по рационализации производства, которые, как ожидалось, будут окупаться в кратчайшие сроки, и модернизации устаревших мощностей, необходимых для дальнейшего функционирования бизнеса, японские металлурги начали активно инвестировать в проекты, направленные на повышение технологического уровня производства и на укрепление своей конкурентоспособности. В частности, наиболее заметными были инвестиции в строительство новых доменных печей и проекты реконструкции старых печей, призванных увеличить внутренний объем печей.

Японская стальная промышленность продолжает проводить исследования и развивает свой технический фундамент, который должен соответствовать мировому уровню развития. Примеры можно найти в исследованиях методов повышения производительности и экономичном использовании энергии во всех производственных процессах. Кроме того, исследования затрагивают и производство новых экологически чистых и экономически выгодных продуктов. Промышленность также продвигает исследования по применению инновационных материалов в рамках программ «Супер Металл» и «Ультра-Сталь». Основой этап исследований уже завершен, и на текущем этапе проводятся исследования практического применения разработок.

В ходе проведения национальных проектов были достигнуты некоторые важные результаты, в качестве примера можно привести Проект «SCOPE 21 (Производство кокса с ускоренным процессом превращения)», разработка которого была поручена Японской федерации черной металлургии и который планируется закончить ближе к концу 2003 фискального года (в марте 2004 года). Итоги данного проекта уже были представлены на осенней конференции ISIJ 2003. Еще один национальный проект, порученный ISIJ, «Исследовательский проект по инновационной технологии доменной плавки, позволяющей вдвое снизить потребление энергии и минимизировать нагрузку на окружающую среду» после пяти лет изыскательских работ должен быть завершен также к марту 2004 года. Ряд крупных исследовательских проектов, связанных с производством стали, в целом в скором времени удачно завершится, причем во многом успех предопределен тем,

что промышленность разрабатывает новые важнейшие проекты в связке с научным сообществом и государственными органами.

В сфере безопасности труда общий показатель 2003 года в японской индустрии был менее впечатляющим. В течение года произошло несколько серьезных аварий, в числе которых были взрыв газгольдера коксовой печи на одном сталелитейном заводе и крупные пожары на шинном и нефтеперегонном заводах. В сталеплавильной отрасли в целом за год произошло больше аварий, чем в предыдущие годы, и по двум из них, произошедшим в мае и июле, Министерство труда, здравоохранения и социального обеспечения потребовало от Японской федерации черной металлургии принять усиленные меры по предотвращению несчастных случаев на производстве.

С другой стороны, японская сталеплавильная отрасль играет ключевую роль в решении экологических задач. В 1996 году промышленность провела благотворительную акцию по борьбе с глобальным потеплением и усиленно работает над решением этой важной социальной проблемы самыми различными методами, включая сокращение выбросов углекислого газа, сохранение энергии и вторичную переработку отходов.

Среди примеров достижений производителей стали в сфере охраны окружающей среды, в 2003 году компания Nippon Steel получила от Японского института изобретений и инноваций Национальную награду за изобретение «Метод переработки хлорсодержащих пластиковых отходов в коксовой печи». В 2002 году ISIJ создал Специальный комитет по изучению перспектив производственных технологий в черной металлургии с точки зрения экологии, в который вошли 17 человек, представляющих отрасль, научный мир и государство. Комитет предложил идею «Экологического - индустриального комплекса» с целью реализации (путем сотрудничества производителей и региональной науки) технологий высокоэффективного вторичного использования материалов и энергии. Эта идея была разработана в проекте «Окружающая среда/Энергия» в рамках национальной политики идентификации потенциально вредных отраслей промышленности.

В 2004 году рыночный рост будет зависеть от проводимой государством политики, обеспечивающей позитивную тенденцию развития и улучшения условий в целом, а именно роста инвестиционных вливаний и внешнего спроса как двух основных движителей рынка. В 2004 году прогнозируется незначительный спад производства стальной продукции для строительной сферы, что связано с сокращением строительства гражданских сооружений, которое отмечалось и в прошлые годы. Однако благодаря росту обрабатывающей промышленности в 2004 году, так же как и в предыдущем, ожидается высокий уровень внутреннего спроса на сталь.

Как отмечалось выше, к числу негативных факторов, которые будут влиять на рынок в 2004 году, относятся резкий скачок цен на сырье, вызванный активным ростом спроса на внутреннем рынке Китая, начавшемся в 2003 году, а также повышение фрахтовых ставок на океанские перевозки, высокие дистрибьюторские затраты, новые правила грузовых перевозок, и другие нестабильные факторы, требующие к себе особого внимания.

2. Технологии и оборудование

2.1. Производство чугуна

В 2003 году производство чугуна увеличилось относительно показателя 2002 года на 1,4%, достигнув 82,09 млн. тонн. Таким образом, второй год подряд объем производства чугуна превышает отметку 80 млн. тонн. Средний показатель производительности также вырос — с 1,97 т/м³ в сутки в 2002 году до 2,04 т/м³ в сутки в 2003 году.

Проекты по замене футеровки и реконструкции доменных печей представлены в **Таблице 2**. Подводя итоги рабочего состояния доменных печей в 2003 году, отметим, что, несмотря на то, что в течение всего года различные производители меняли футеровку своих печей, в конце года количество печей в эксплуатации составляло 29, то есть столько же, сколько насчитывалось в конце 2002 года, однако внутренний объем печей существенно увеличился. Применение «блочного» метода замены футеровки (при котором печь разбирается на блоки, и реконструкция блоков осуществляются отдельно, параллельно) позволило некоторым производителям произвести быструю замену футеровки менее чем за 3 месяца, что более чем на 1 месяц меньше, чем при использовании традиционных методов. Вдобавок, в течение 2004 года на заводе Kashima Works компания Sumitomo Metals планирует построить новую доменную печь (ДП №1), а компании Nippon Steel Oita Works (ДП №2) и JFE Steel East Japan Works (Keihin) (ДП №2) планируют провести реконструкцию своих печей (указано в скобках), что связано с растущими потребностями покупателей чугуна и желанием повысить производительность.

Доменная печь №2 на заводе JFE Steel West Japan Works (Курашики) (запущена в марте 1979 и остановлена 29 августа 2003 года) установила новый мировой рекорд по продолжительности срока службы футеровки, составивший 8 929 дней.

Среднее количество вдуваемой угольной пыли в доменную печь (PCI) в 2003 году составило 125,4 кг/т, что несколько меньше, чем в 2002 году (рис. 1).

Что касается новых технологий, компания Kobe Steel построила на заводе в Миннесоте (США) опытную установку для нового энергосберегающего метода прямого восстановления железа с использованием печи с вращающимся подом. В настоящее время данная установка работает идеально в безостановочном режиме (см. далее в разделе «Темы разработок в Японской металлургической отрасли»).

Таблица 2. Замена футеровки и реконструкция доменных печей в Японии.

	Доменные печи	Объем внутренний (перед остановкой)	Объем внутренний (после ремонта)	Пометки
Замена футеровки	Nippon Steel г. Кимицу, №4	5 151 куб.м (9/2/2003)	5 555 куб.м (8/5/2003)	
	JFE Steel West Japan Works г. Курашики, №2	2 857 куб.м (29/8/2003)	4 100 куб.м (13/11/2003)	
Реконструкция	Nisshin Steel г. Куре, новая печь №2	1 650 куб.м (30/10/2003)	2 080 куб.м (19/11/2003)	Реконструкция старой печи №2 на заводе в Куре

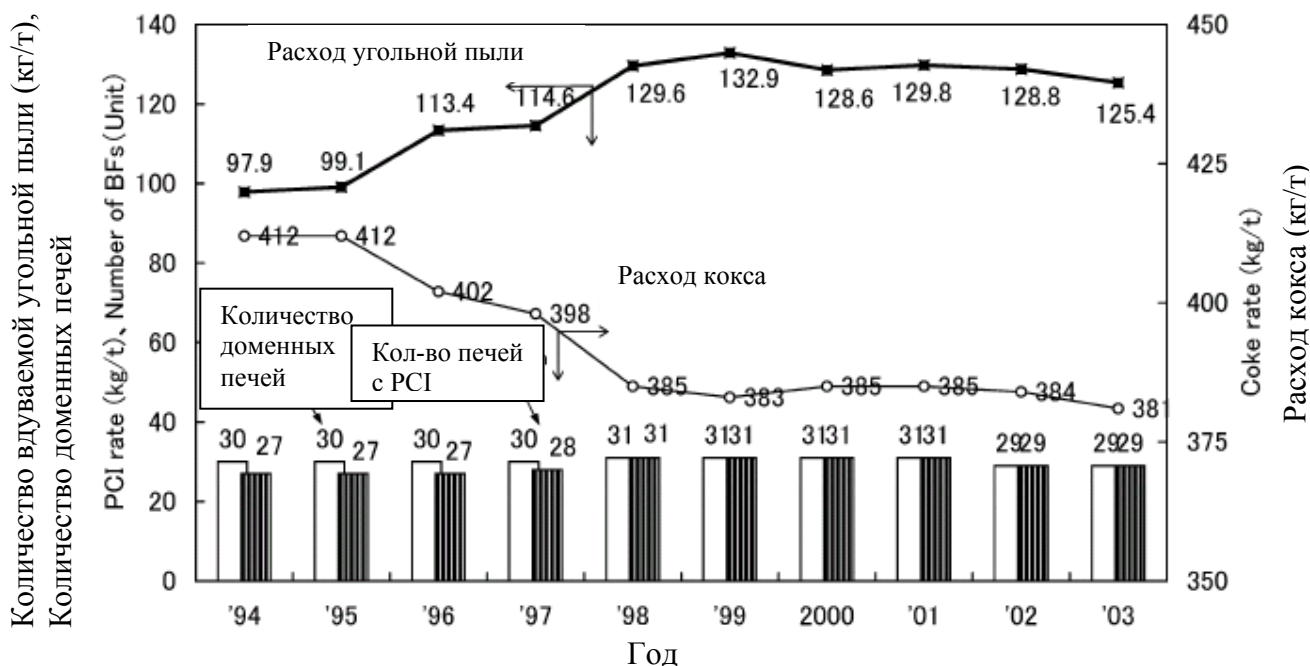


Рис.1 Рост расхода инжектируемой угольной пыли в доменных печах на японских заводах

Источник: Японская федерация черной металлургии.

2.2. Сталеплавильное производство

Как показатель состояния сталеплавильной индустрии, индекс объема производства в единицу времени плавки достиг в 2003 г. высокого уровня, и для конвертерного производства, и для производства в электропечах, отражая тем самым общую высокую производительность (результаты производительности конвертеров представлены в **Таблице 3**, а электропечей — в **Таблице 4**). Вследствие повышенных требований к качеству продукции, коэффициент вакуумной обработки конвертерной стали впервые за все время превысил 70%.

Таблица 3. Показатели конвертерного производства.

	Средний показатель за 2000 год	Средний показатель за 2001 год	Средний показатель за 2002 год	Средний показатель за 2003 год
Индекс производительности стали за час *	104	105	108	108
Индекс продолжительности плавки стали от выпуска до выпуска *	100	98	98	99
Доля чугуна (%)	92,1	92,5	91,2	89,7
Доля жидкого чугуна (%)	91,1	91,7	90,0	88,2
Потребление кислорода (Нм ³ /т)	59,5	59,5	57,4	56,5
Доля производства стали, разливаемой непрерывным способом (%)	99,3	99,3	99,0	98,8
Доля производства стали с вакуумной обработкой (%)	63,3	65,5	68,1	71,5

* За 100 принимается средний показатель за 1997 – 1999 гг.

Источник: Японская федерация черной металлургии

Таблица 4. Показатели производства электропечей.

	Средний показатель за 2000 год	Средний показатель за 2001 год	Средний показатель за 2002 год	Средний показатель за 2003 год
Индекс производительности стали за час *	95	95	101	102
Потребление электроэнергии на тонну годных литых заготовок (кВт/ч)	407,3	415,5	411,9	420,2
Потребление кислорода на тонну годных литых заготовок (Нм ³ /т)	20,3	19,9	19,9	19,5
Выход годного литых заготовок (%)	91,4	91,3	91,9	91,7
Доля производства стали, разливаемой непрерывным способом (%)	87,2	87,9	88,3	87,0
Доля производства легированной стали (%)	37,7	37,8	35,7	37,8

* За 100 принимается средний показатель за 1997 – 1999 гг.

Источник: Японская федерация черной металлургии

Соотношение непрерывно литых слябов под прокатку показано на рис. 2. Тенденция производства с прошлого года практически не изменилась и составила 99,8% для нелегированной углеродистой стали и 93,5% для специальной стали.



Рис. 2. Соотношение непрерывно литой продукции

Источник: Японская федерация черной металлургии

Хотелось бы отметить одну из наиболее важных новейших технологий выплавки стали. На Sumitomo Metals Kokura Works разработан специальный сенсор, позволяющий быстро измерить распределение неметаллических включений по размерам в образце жидкой стали, всасываемом из промковша (одновременно производится замер ЭДС).

Помимо улучшения качества стали, большое значение имеет развитие технологий с учетом требований автомобилестроителей, которые стремятся исключить из используемой стали [повышенной обрабатываемости] свинец как

опасный для окружающей среды элемент. Чтобы соответствовать этому требованию японские производители разрабатывают различные технологии контроля морфологии неметаллических включений, которые позволяют улучшить обрабатываемость металла без использования свинца. В 2003 году новые замещающие свинец-содержащие марки выпустили три компании, ранее в 2001 году сталь, не содержащую свинец, разработали три компании, и еще четыре компании в 2002 году.

В числе новых производственных мощностей, позволивших удовлетворить высокий покупательский спрос и увеличить общую производительность — установка машины непрерывного литья заготовок на заводе Chubu Steel Plate Co. Ltd. и установка вакууматора (2 RH) на заводе Nippon Steel Kimitsu Works.

2.3. Сталь листовая, трубная, сортовая и для полосы

Компания JFE Steel West Japan Works (Курашики) установила на листопрокатном стане высокоточное, настраиваемое в режиме “on-line” устройство по охлаждению (Super-OLAC), увеличивающее эффективность производства высококачественной листовой стали с высокими требованиями по прочности/ударной вязкости и свариваемости.

В 1998 году NKK установил первое устройство Super-OLAC на заводе Fukuyama Works (а ныне JFE Steel West Japan Works (Фукуяма)). С тех пор применение этой технологии было расширено на прокатные станы крупного сортового профиля и горячекатаной полосы. В настоящее время данную технологию стало возможно применять при производстве широкого сортамента, вплоть до 5350 мм.

JFE Steel анонсировал внедрение технологии повышения прочности околошовной зоны (HAZ) в высокотемпературных свариваемых участках (JFE EWEL), основанной на использовании Super-OLAC и микролегировании, для контроля структуры околошовной зоны.

Что касается технологий производства стальных профилей и полосовой стали. На заводе по прокату нержавеющей полосовой стали и катанки Nippon Steel Hikari Works (ныне Nippon Steel & Sumikin Stainless Steel Hikari Works) был пущен 3-х валковый стан прецизионной прокатки, позволивший повысить размерную точность прокатки и выпускать катанку и прутки большого диаметра (любого размера). Компания Sanyo Special Steel Co Ltd провела реконструкцию большого стана сортовой профильной прокатки (стан реверсивного типа). В результате внедрения устройства для быстрой замены валков и направляющих существенно улучшились производительность и качество продукции, в то же время благодаря применению многофункционального оборудования снизилась нагрузка на рабочих.

В сфере производства порошковых материалов компания Daido Steel Co. Ltd. объявила о внедрении технологии Levi-Automize. Эта технология промышленного производства порошка, легированного Ti, являющегося активным металлом. Данный процесс отличается выплавкой титановых сплавов в «левитационном» плавильном тигле, донный выпуск через стакан и измельчение под действием струи сильно сжатого газа. Sanyo Special Steel разработало технологию производства прутковых материалов Cu-Ni-Fe сплавов, с помощью нового

процесса, включающего: получение порошка, горячую экструзию, горячую прокатку и холодное волочение. Начато массовое производство.

В сфере производства стальных труб никаких значимых разработок технологий и оборудования за прошедший год не произошло.

2.4. Тонколистовая сталь

Компания Nippon Steel первой в мире внедрила технологию гальванизированного листа с двусторонним покрытием, обладающего одновременно высокой прочностью (предел прочности на разрыв 590 МПа и 780 МПа), а также хорошей формруемостью. Такое сочетание свойств, несовместимых между собой при использовании традиционных технологий, было достигнуто благодаря оптимизации структуры листа, контролю поверхности в отжигательной печи и правильной подборке легирования стали. Эти высокопрочные листы в настоящее время применяются в массовом производстве автомобилей.

JFE Steel West Japan Works (Курашики) готовит к запуску TWB (Tailored Welded Blank – установка для точной сварки). Пуск запланирован на лето 2004 года. Ранее подобное оборудование использовалось только автопроизводителями и компаниями по изготовлению рулонной стали. JFE станет первым японским производителем стали, имеющим собственную установку TWB.

Эта технология позволяет снизить вес автомобильного кузова и обеспечивает оптимальное распределение металла на детали благодаря применению лазерной сварки, позволяющей перед прессформованием сваривать листы разной толщины и с разными свойствами.

В сфере производства стальных листов с покрытием наиболее заметный прогресс наблюдался в производстве бесхроматных материалов — экологически чистой альтернативы листовой стали, оцинкованной электролитическим способом.

Доля производства бесхроматных материалов в 2003 году оценивалась в 60% от общего объема производства оцинкованной электролитическим способом стали.

2.5. Измерение, тестирование и анализ

Ведущие японские производители стали очень часто прибегают к ультрамикроскопическим методам исследования, дающим результаты нанометрической точности, используя в этих целях высокоточные аналитические электронные микроскопы. С появлением различных методов определения параметров и развития техники подготовки образцов было выявлено несколько сфер практического применения нано-анализа стали. Например, специалисты лабораторий JFE Steel разработали технологию наблюдения с высокоточным определением размера и распределения мелких частиц карбида нанометрического размера. В то же время специалисты Nippon Steel разработали технологию выплавки образцов предельно мелких фракций, позволившую произвести нано-анализ изломов и точек начала превращения.

Специалисты JFE Steel Chita Works разработали ультразвуковой мультипробный метод дефектоскопии сварных швов, применяющийся при обследовании дефектов труб ERW (сваренных методом сопротивления), которые встречаются

при производстве толстостенных изделий. Метод тандем проб, разработанный для этой технологии, расширяет возможности дефектоскопии в сравнении с традиционным косоугольным одно-пробным методом анализа.

2.6. Окружающая среда

В 2003 году все японские сталеплавильные предприятия удвоили свои усилия в решении проблем охраны окружающей среды в различных областях. По мнению Zero Emissions, Nippon Steel Kimitsu Works удалось внедрить в производство некоторые технические разработки, позволившие перерабатывать высокополимерные отходы в доменной печи при помощи технологии прямого восстановления на основе метода вращающегося пода (см. далее в разделе «Темы разработок в Японской металлургической отрасли»)

В области утилизации шлака: результаты исследований были представлены двумя исследовательскими группами ISIJ [Японский институт чугуна и стали]. Первая группа – улучшение фотосинтетической фиксации CO₂ морским фитопланктоном, питательной средой которого служит шлак. Вторая группа – изучение применения шлака в производстве строительных материалов. Nippon Steel и JFE Steel в сотрудничестве с компаниями из других отраслей промышленности способствовали проведению исследований и внедрению технологий переработки шлака, издав руководство «Технология карбонации сталеплавильных шлаков».

Благодаря тому, что японские власти, как на государственном, так и на местном уровне, активно пропагандируют программы строительства с использованием переработанных промышленных шлаков, японские производители стали все чаще и чаще становятся участниками новых экологических проектов, привлекая для этого производственное оборудование своих заводов и их территорию. В качестве примера приведем тот факт, что в апреле 2003 года центральное правительство одобрило реализацию проекта «Концепция Эко-Города Хиого» («Hyogo Eco-Town Concept»). Основное ядро бизнеса этого проекта будет состоять в переработке утильной проволоки, используя инфраструктуру мощностей Nippon Steel в Хирохата. Методы эффективного использования синтетических отходов в производстве стали несколько лет развивались специалистами Nippon Steel и NKK (ныне дочернее предприятие JFE Steel). В этой области процессы, использующие коксовые печи на Nippon Steel, в марте 2003 года получили «разрешение на переработку» от центрального правительства. Данный вид разрешения освобождает производителя от необходимости получения лицензии на переработку отходов и проверки соответствующего оборудования, и вместе с тем, способствует расширению возможностей переработки синтетических отходов. Например, делая возможным переработку промышленных синтетических отходов и пластмассы, исключая упаковочные материалы и тару. Завод Kobe Steel в Какогаве (Kakogawa Works) планирует в апреле 2004 года запустить коммерческий проект по дехлорированию и восстановлению Cl из поливинилхлорида (ПВХ) и других хлорсодержащих синтетических отходов путем сепарации, плавления и газифицирования.

3. Технологический экспорт и импорт

Структура торговли технологиями в течение 2003 года, представленная в **Таблице 5**, представляет собой результат исследований постоянных членов ISIJ (74 компании). В течение последнего года количество продаж технологий на экспорт резко снизилось — с 93 в 2002 году до 58 в 2003 — но все же было выше, чем в 2001 году (37). Импорт за последние год существенно не изменился, составив всего 2 сделки (в 2002 году их было 4). Среди рынков сбыта технологий азиатский регион насчитывает около 33% от общего количества продаж, за ним по порядку следуют Северная Америка, Австралия и Европа. Несмотря на то, что в 2002 году доля экспорта в Северную Америку увеличилась, в 2003 году она осталась на том же уровне. Число экспортных продаж технологий в Австралию, которых в 2002 году насчитывалось всего 2, в 2003 возросло до 11 и составило 19% от общего количества.

С точки зрения видов технологий, продававшихся зарубежным компаниям, технологии переработки составляют порядка 57%, а относящиеся к производству стали — 29%. Итого вместе они составляют 86% от общего объема технологического экспорта. На Рис. 3 показано соотношение торговли технологиями в сталеплавильном производстве до 2002 года. Прибыль от экспортной торговли технологиями осталась на том же уровне что и в 2002 году, тогда как затраты на импортные технологии несколько снизились.

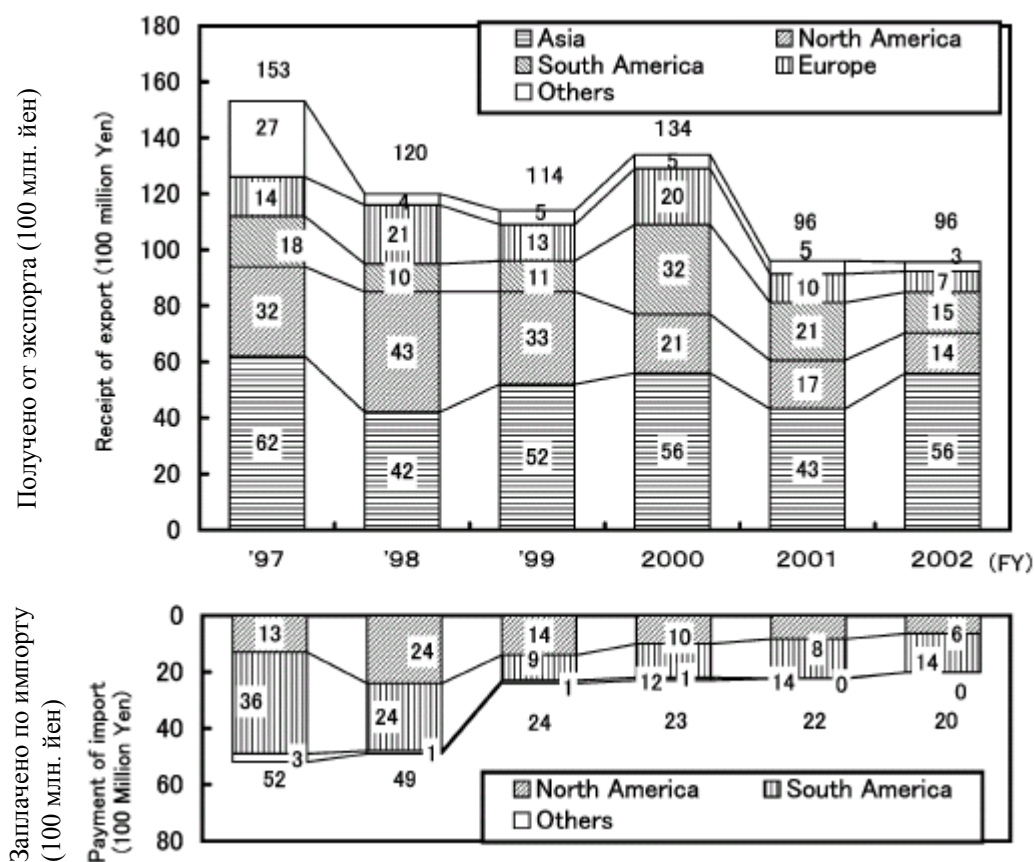


Рис. 3. Баланс торговли технологиями в сфере производства стали

Источник: «Исследовательский отчет по научно-исследовательскому развитию», Бюро статистики, Министерство государственного управления, внутренних дел, почты и телекоммуникаций Японии.

Таблица 5. Структура технологического экспорта и технологического импорта
(Период: 1 января – 31 декабря 2003 года)

Сфера		Азия	Сев. Америка	Центр. и Южная Америка	Европа	Океания	Африка	Всего
Технический экспорт	(А) Сырье, производство чугуна 1) доменное производство		2					2
	(В) Производство стали							
	1) конвертер	1	1			1		3
	2) электропечь				1			1
	3) непрерывное литье, производство слитков	2	2			9		13
	(С) сортовой прокат, обработка							
	1) прутки и полоса	1	2	1	1		1	6
	2) трубы	3			3	1		7
	3) толстый лист	1			1			2
	4) тонкий лист	8	4		1		1	14
	5) обработка поверх-ти		2	1	1			4
	(Д) другие производ. ноу-хау (вкл. относящиеся к исследованиям)		1					1
	(Е) выплавка чугуна и стали в целом							
	1) производств. ноу-хау	1	1					2
	2) ремонт	1						1
	3) другое	1		1				2
Итого	19	15	3	8	11	2	58	
Технический импорт	(С) Сортовой прокат, обработка							
	1) трубы				1			1
	(Д) другие производ. ноу-хау (вкл. относящиеся к исследованиям)		1					1
	Итого	0	1	0	1	0	0	2

(Сфера действия: 74 компании — постоянных членов ISIJ)

4. Затраты на исследования и число исследователей

На рис. 4-6 представлены тенденции расходования средств на исследовательские работы (в соотношении с размером доходов от продаж), затраты на работу штатных исследователей и их число в расчете на 10 000 сотрудников, согласно «Отчету о научно-технических исследованиях», выпущенному бюро статистики Агентства по общим вопросам.

Затраты на исследования, составляющие долю прибыли от продаж компаний, в 2002 фискальном году проявили тенденцию к снижению, причем как в промышленности в целом, так и в сталеплавильной отрасли.

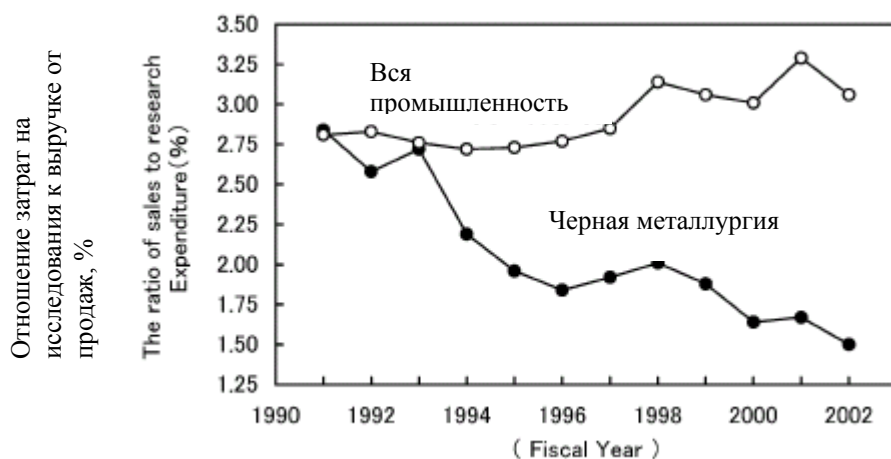


Рис. 4. Изменение соотношения продаж к исследовательским затратам

Источник: «Исследовательский отчет по научно-исследовательскому развитию за 2003 год», Бюро статистики, Министерство госуправления, внутренних дел, почты и телекоммуникаций Японии.

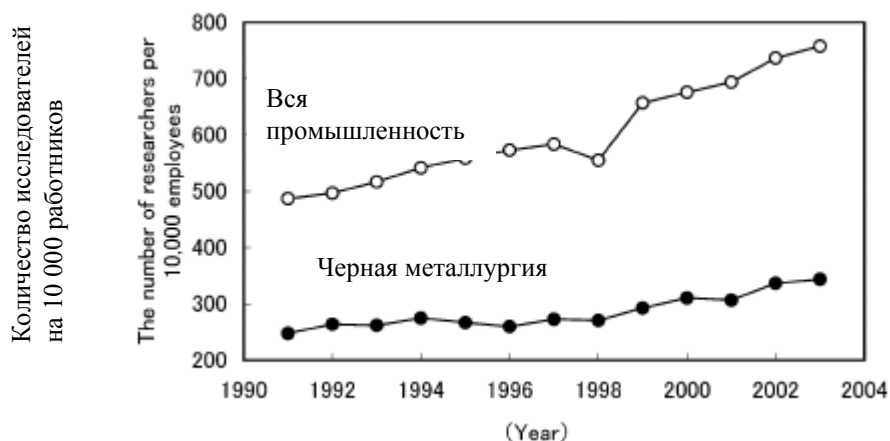


Рис. 5. Тенденция изменения числа исследователей в расчете на 10 000 сотрудников

Источник: «Исследовательский отчет по научно-исследовательскому развитию за 2003 год», Бюро статистики, Министерство госуправления, внутренних дел, почты и телекоммуникаций Японии.



Рис. 6. Тенденция изменения расходов на научные исследования и разработки на одного квалифицированного научного сотрудника

Источник: «Исследовательский отчет по научно-исследовательскому развитию за 2003 год», Бюро статистики, Министерство госуправления, внутренних дел, почты и телекоммуникаций Японии.

Сумма расходов на исследования в 2002 году, продолжая тенденцию сокращения, снизилась с 135 345 млн. йен в 2001 фискальном году до 129 660 млн. йен. Число исследователей, занимающихся разработками для сталеплавильной отрасли, незначительно уменьшилось — с 4224 в 2002 до 4204 в 2003 году. В то же время количество постоянных штатных исследователей в расчете на 10 000 сотрудников продолжает постоянно расти. Несмотря на то, что затраты на содержание штатных исследователей в металлургической отрасли превышают соответствующие расходы во всех остальных отраслях промышленности, за последние годы в производстве стали продолжает наблюдаться нисходящий тренд.

5. Деятельность ISIJ [Институт Стали и Чугуна Японии] в области разработки новых технологий

5.1. Новые проекты (направленные на улучшение экологических условий)

До настоящего времени вопросы, так или иначе связанные с экологическим аспектом производства, самостоятельно изучались соответствующими подразделениями ISIJ и комитетами научного и технического союзов, действующих в рамках ISIJ. Для гарантированного сохранения ключевой роли ISIJ в решении экологических вопросов, в июне 2003 года была создана специальная рабочая группа для изучения развития экологического аспекта производства. Основываясь на результатах анкет, предложенных членам ISIJ, рабочая группа предложила создать новую междисциплинарную структуру, которая могла бы отслеживать все новейшие научные разработки и приглашать к участию в новых научных проектах специалистов из разных областей. Данное предложение было одобрено, и в результате в рамках научного союза было сформировано специальное междисциплинарное отделение технологий в области охраны окружающей среды и энергетики. В числе задач этого отделения, которое начнет полномасштабную работу в апреле 2004 года — активное проведение исследований и разработка технологий по защите окружающей среды на базе технологий выплавки стали и чугуна, и информирование общественности о проведении данных исследований. Предполагается, что эта новая организация будет создавать высокоразвитые технологии по защите окружающей среды через сотрудничество ученых из различных университетов, инженеров и исследователей из сталеплавильных компаний, а также специалистов в других областях знаний.

В рамках «Конференции ISIJ Весна-2003» проводился симпозиум под названием «Будущие перспективы технологий производства чугуна и стали с точки зрения экологии: Экологический Индустриальный Комплекс», на котором прозвучал последний доклад вышеупомянутого специального комитета по разработке технологий производства чугуна и стали с учетом охраны окружающей среды и вызвал бурную дискуссию среди участников в отношении перспектив создания новых технологий сталеплавильного производства для решения глобальных экологических проблем и внедрения новых технологий переработки вторичных ресурсов.

Технические комитеты

Вся исследовательская работа, проводимая ISIJ, распределяется между научным и техническим союзами (сообществами). Исследование технологий производства чугуна и стали, сбор и анализ данных о важных проблемах в металлургии осуществляется в основном техническим сообществом. Классификация и основные сведения об этих исследованиях представлены в **Таблице 6**. Ввиду того, что технический комитет проводит эти исследования собственно для ISIJ, комитет делится на группы в зависимости от задач, поставленных техническими подразделениями научного союза. Для достижения наиболее эффективной работы группы постоянно взаимодействуют друг с другом, обмениваясь производственными и научными данными и вносят предложения по новым направлениям технического развития.

Таблица 6. Деятельность Технического Комитета, Междисциплинарного Технического Комитета и Исследовательских групп по разработке новых технологий.

Деятельность по разработке технологий	Задачи
Технический Комитет	Целью технических комитетов является повышение уровня производственно-технических стандартов, обеспечение обмена технологиями в сфере производства стали и чугуна, а также формулирование тем исследований в каждой области. На сегодняшний день действует 19 технических комитетов, осуществляющих полный спектр исследовательских работ по производству чугуна и стали. В их состав входят инженеры и научные работники сталеплавильных предприятий, а также исследователи из различных университетов. Собрание участников комитетов проходит раз в полгода или раз в год. Помимо этого в комитетах формируются подразделения, которые занимаются анализом технических проблем и изобретением новых технологий по конкретным направлениям.
Междисциплинарный Технический Комитет	Проводит техническую экспертизу будущих разработок и осуществляет оценку междисциплинарных технологических вопросов как в сфере производства чугуна и стали, так и в других областях.
Исследовательская группа	Проводит совместную исследовательскую работу по специфическим и важным направлениям черной металлургии, основываясь на потребностях самой промышленности и предложениях научного союза.

Продолжают реализовываться различные программы по укреплению промышленно-академического сотрудничества. Они способствуют созданию новых технологий. Формы сотрудничества: участие в собраниях технических комитетов исследователей из различных университетов, совместное планирование работы технических подразделений научного союза, взаимное сотрудничество представителей технической и административной сфер и другие подобные проекты. Например, в 2003 году важными событиями в сфере взаимного сотрудничества были:

- (1) совместный семинар с форумом по изучению процесса рафинирования, с участием технического подразделения по изучению высокотемпературных

- процессов (научного союза), организованный комитетом сталеплавильного производства (технического союза);
- (2) ознакомительные поездки исследователей, участвующих в конференциях Специального металлургического комитета (технического союза) по предприятиям;
 - (3) совместный симпозиум технического подразделения по проектированию оборудования, техники автоматического контроля и систем (научного союза), организованный комитетом технологического контроля (технического союза).

Технические комитеты также добились высоких результатов в постоянной внутриорганизационной работе и в течение 2003 фискального года проводили собрания, где рассматривались важные текущие вопросы, как общие и приоритетные (см. Таблицу 7). В течение 2003 фискального года 28 технических подкомитетов по совместному изучению технических вопросов также проводили исследования и успешно разрабатывали новые программы по созданию технологий. В числе этих подкомитетов 11 новых, образованных в течение года. Например, подкомитет комитета по технологиям энергосбережения провел исследование и анализ текущих возможностей безотходного производства чугуна и стали, а также решил некоторые технические проблемы, которые могут появиться в будущем.

При необходимости комитеты реорганизуются, что позволяет повысить скорость реализации программ. В марте 2003 года комитет по сортовому прокату малого и среднего сечения и комитет по производству прутка и проволоки объединились для того, чтобы повысить эффективность работы комитета и организовать полноценные дискуссии по техническим вопросам, и назвали комитетом по прокату полосовой стали и катанки.

Количество технических комитетов, в которых была введена система поощрения для повышения качества выпускаемых и презентуемых документов, а также обучения молодых специалистов, выросло до 15, из имеющихся 19. Два члена комитета по прокату полосовой стали и катанки, получившие награды за лучшие презентации на собраниях комитета, были приглашены для выступления на отчетном собрании Форума по производству катаной и полосовой стали. Горячие дискуссии, вызванные этими выступлениями, еще раз подтвердили важность общения между промышленными и академическими кругами.

5.3. Междисциплинарный Технический Комитет

Работа междисциплинарного технического комитета по теме контроля частиц вторичной фазы в конструкционной стали, призванной улучшить ее свойства, началась в 2003 фискальном году. Комитет планирует изучить, как комплексное легирование влияет на свойства, связанные с прочностью, надежностью и возможностью минимизации нагрузки на окружающую среду.

Междисциплинарный технический комитет по разработке новых стальных материалов для производства автомобилей в 2003 году завершил III-ю фазу работ. Поскольку проблемы, возникающие при разработке материалов для автомобилестроения, которые были выявлены в ходе работы комитета, легли в основу совместного исследовательского проекта с научным союзом, комитет продолжил работу в этом направлении и в настоящее время проводит следующую IV фазу исследования работ.

5.4. Исследовательские и другие группы

В 2003 году в исследованиях участвовали 21 исследовательская группа (включая добровольные исследовательские группы). Из их числа 6 групп закончили исследования в марте 2004 года. Описание этих исследований представлено в **Таблице 8**. В качестве примера можно привести исследовательскую группу по изучению микроструктуры покрытия и свойств отожжённой и оцинкованной листовой стали, которая достигла успешных результатов в исследовании механизма реакции легирования, моделировании структуры оболочки и описании механизма ее разрушения.

В 2004 году исследовательскую работу начнут 7 новых исследовательских групп (см. Таблицу 9). Новые НИР будут охватывать целый ряд тем, включая процессы плавления чугуна и стали, новые материалы из чугуна и стали, титановые материалы, технологии защиты окружающей среды, утилизация вторсырья и инновации в сфере организации бизнеса.

На базе заложенных ранее исследовательскими группами основ ISIJ проводила активное исследование двух порученных ей национальных проектов. Одним из них было исследование на тему: «Функция водорода в деградации современных конструкционных материалов под воздействием окружающей среды», представитель: Мишихико Нагумо. Исследование продолжалось пять лет. С точки зрения фундаментальных исследований и практического применения данная работа дала много полезных практических результатов, например, открытие динамического взаимодействия между поверхностными реакциями процессов водородной деградации. Кроме того, появились предложения по проектированию новых материалов для подавления проникновения водорода и сохранения высокой трещиностойкости.

Второй национальный проект назывался «Исследовательский проект по разработке инновационного реакционного процесса производства чугуна в новых доменных печах, предполагающего двукратное сбережение энергии и минимальную нагрузку на окружающую среду» (представитель: Кунийоши Ишии). В ноябре 2003 года проект успешно завершился и был доложен на международном симпозиуме (спонсированном Министерством образования, культуры, спорта, науки и технологий), на котором побывали многие ведущие специалисты по выплавке чугуна со всего мира. Много результатов принесла работа 1-го подкомитета, который занимался исследованием высоких скоростей в реакциях восстановления и газификации, проведенная по заказу 4-го подкомитета, исследовавшего вопросы создания модели процесса выплавки чугуна.

Таблица 7. Деятельность технических комитетов

Технический комитет	Общие вопросы, частные вопросы, отчеты / доклады технических подкомитетов, специальные лекции; (1) весеннее собрание, (2) осеннее собрание
Производство чугуна	(1) «Стабильный высокопродуктивный обжиг (агломерация, подача руды и спекание)»: Специальная лекция на тему «Предварительный отчет Исследовательской группы по изучению обжига материалов пористой мезо-мозаичной структуры»; «Проектирование системы подачи материала для контроля пористости структуры агломерата»

Продолжение табл. 7

Кокс	<p>(1) 8-ой Отчет по производственным технологиям</p> <p>(2) «Меры по увеличению продолжительности срока службы коксовых печей»; Презентация открытой темы исследования: специальная лекция на тему «Фундаментальное значение внедрения водорода и усовершенствование систем водорода используя множественные функции»; «Прогресс, сделанный исследовательской группой в сфере развития новой технологии производства кокса из некоксуемого или слабо-коксуемого угля»</p>
Производство стали	<p>(1) «Усовершенствование процесса производства стали с помощью автоматизации, дистанционного управления и повышения управляемости производственных процессов»; доклад технического подкомитета на тему «Развитие и внедрение технологий, воспринимающих состояние системы в режиме “on-line”»</p> <p>(2) «Текущее состояние и будущие технологии улучшения качества поверхности стали, разливаемой непрерывным способом»; презентация открытой темы исследования: специальная лекция на тему «Перспективы развития технологий контроля структуры при затвердевании»</p>
Электродуговые печи	<p>(1) «Неудачные превентивные меры»: специальная лекция на тему «Переосмысление прошлого опыта»</p> <p>(2) «Проблемы загрязнения атмосферы в сталеплавильных цехах»; презентация открытой темы исследования: специальная лекция на тему «Эксплуатация электродуговых печей и проблемы экологии»</p>
Специальная сталь	<p>(1) «Усовершенствование операций рафинирования в ковше»: специальная лекция на тему «Свойства и применение плавящихся окисей с высокой температурой плавления»; финальный отчет Сессии Юных Инженеров YES</p> <p>(2) «Последние примеры модернизации мощностей по производству нержавеющей стали»; презентация открытой темы исследования: открытая лекция на тему «Фиксация вредных элементов в шлаке, пыли и шламе»; лекция на тему «Эффективное использование отходов от производства чугуна и стали»; «Проблемы в процессах рафинирования продувкой газами»</p>
Огнеупорная керамика	<p>(1) Групповая дискуссия на тему «Метод ремонта ковша»; специальная лекция на тему «Смена огнеупорной керамики»</p> <p>(2) Представление документов, организованное совместно с Технической Ассоциацией производителей огнеупоров, Япония</p>
Толстолистовая сталь	<p>(1) «Многофункциональные рабочие»; отчет о производственной деятельности на предприятиях; доклад главного управляющего</p> <p>(2) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; доклад главного сотрудника на тему «Контроль запасов»; доклад руководителя на тему «Метод эффективной замены футеровки»; специальная лекция на тему «Чему учит неудачный опыт: работа над ошибками»</p>

Продолжение табл. 7

<p>Горячекатаная полосовая сталь</p>	<p>(1) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; доклад руководителя; специальная лекция на тему «Новые устройства непрерывной разливки тонкого сляба и новые высокотехнологичные установки мини-прокатки»; «Анализ деформации поверхностных дефектов в процессе прокатки» (2) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; презентация открытых тем исследований; доклад руководителя «Эффективная замена»; отчет технического подкомитета</p>
<p>Холоднокатаная полосовая сталь</p>	<p>(1) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; Доклад руководителя на тему «Травление и прокатка: внедрение технологий по увеличению рабочей скорости прокатных станков»; «Отжиг и отделка» (2) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; презентация открытых тем исследований; доклад руководителя на тему «Методы предотвращения поломки обрезающего оборудования»</p>
<p>Тонколистовая сталь с покрытием</p>	<p>(1) «Гарантия качества»; отчет о производственной деятельности на предприятиях; доклад руководителя на тему «Безопасность»; специальная лекция на тему «Последние тенденции законов о защите окружающей среды в отношении обработки поверхности металлов» (2) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; отчет технического подкомитета</p>
<p>Крупный сортовой прокат</p>	<p>(1) «Повышение точности и расширение линейки размеров и видов профиля проката», организованное в сотрудничестве с Форумом по проектировке профилей (2) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; общие вопросы (анализ событий); специальная лекция на тему «Последние технологические разработки по применению изделий из стали в морском и портовом строительстве»</p>
<p>Прокат полосы и прутка</p>	<p>(1) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; технический семинар (Развитие технологий) (2) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; общий вопрос «Снижение производственных издержек»; специальная лекция на тему «Потребности автомобильной конструкционной стали»; «Переход на технологию прокатки полосы и проволоки с центровкой»</p>
<p>Трубная сталь</p>	<p>(1) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; обмен информацией с Форумом по проектированию труб (2) Отчет о производственной деятельности на предприятиях; отчет технического подкомитета</p>

Продолжение табл. 7

<p>Теория проката</p>	<p>(1) «Развитие технологий прокатки, прессования и других, связанных с ними технологий в сфере производства тонколистовой и толстолистовой стали, полосы, прутка, сортового профиля и труб»; отчет технического подкомитета; специальная лекция на тему «Текущее состояние и будущие перспективы развития производства листовой стали»; «Последние тенденции в теории управления и технологии: Точность модельного прогноза смешанными системами»</p> <p>(2) «Развитие технологий прокатки, прессования и других, связанных с ними технологий, в сфере производства тонколистовой и толстолистовой стали, полосы, прутка, сортового профиля и труб»; отчет исследовательской группы; специальная лекция на тему «Автомобиль, работающий на топливных элементах»</p>
<p>Технологии энергосбережения</p>	<p>(2) Отчет о тепловом балансе; отчет технического подкомитета; специальная лекция на тему «Развитие экологических коммерческих проектов в производстве стали и чугуна»; презентация открытых тем исследований</p>
<p>Технологии управления</p>	<p>(1) Презентация исследований (исследования и разработки), (Строительство и Ремонт): специальная лекция на тему «Теоретический и практический аспекты технологии и квалифицированный ремонт оборудования»; «Перспективы развития теоретических основ контроля прокатки тонко- и толстолистовой стали»</p> <p>(2) Специальная лекция на тему «Меры сетевой безопасности в системах производственного управления»; презентация исследований</p>
<p>Проектирование промышленного оборудования</p>	<p>(1) Отчет технического подкомитета «Технология продления срока службы быстро изнашиваемых деталей, используемых в процессе производства чугуна»; технологическая лекция на тему «Проектирование машин с учетом контроля изнашиваемости деталей»</p> <p>(2) «Проектирование оборудования по защите от загрязнения окружающей среды для сталеплавильных заводов»; технологическая лекция на тему «Металлургические заводы с точки зрения переработки отходов: организация экологического промышленного комплекса»; лекция представителя компании по проектированию промышленного оборудования; специальная лекция на тему «Развитие технологий и создание «чистого» производства»</p>
<p>Контроль качества</p>	<p>(1) (Подразделение NDI) Периодический обзорный отчет по производству листовой стали NDI; отчет Технического подкомитета; Специальная лекция на тему «Оценка микроскопических дефектов с помощью нелинейной ультразвуковой волны»</p> <p>(2) (Отдел испытаний оборудования) Регулярный отчет о проведении работы; отчет по общим исследовательским темам; обзор примеров внедрения автоматизированных систем и повышения эффективности; отчет Технического подкомитета; специальная лекция на тему «Инспекция испытательных приборов, проводимая JCSS и НК»</p>
<p>Аналитические технологии</p>	<p>(2) Обмен опытом (анализ анкет, обзор событий); отчет Технического подкомитета; отчет Исследовательской группы</p>

Таблица 8. Исследовательские группы, закончившие работу в 2003 фискальном году

№	Исследовательская группа	Продолжительность исследования	Подразделение	Руководитель	Задачи
1	Разработка инновационного высокоэффективного реактора для смешивания/сепарации	апрель 2000 года — март 2004 года	Высокотемпературные процессы	С. Ёкоя, Японский Институт технологий	Целью исследования является создание инновационного реактора, который делает реакцию рафинирования расплавленного металла высокоэффективной благодаря функциям разжижения (флюидизации), взбалтывания, смешивания и сепарации. Технологические инновации, позволяющие сделать новый реактор уникальным, не имеют ничего общего с традиционными методами.
2	Разработка новых конструкционных материалов с использованием шлака для улучшения городской инфраструктуры	апрель 2000 года — март 2004 года	Гражданское проектирование технологий производства чугуна и стали	С. Хара, Университет Осаки	Целью исследования является разработка технологий проектирования и производства новых конструкционных материалов на основе металлургических шлаков с добавлением других ингредиентов, смешиванием и формованием. Исследование также направлено на создание технологий использования этих материалов, изготовленных на основе шлака, в сочетании со сталью. Подходы гражданского проектирования применяются для того, чтобы способствовать использованию этих материалов для улучшения городской инфраструктуры
3	Микроструктура покрытия и свойства отожженной и оцинкованной листовой стали	апрель 2000 года — март 2004 года	Микроструктура и свойства материалов	М. Ямагучи, Университет Киото	Целями исследования является: (1) предложение тройной диаграммы состояния Fe-Zn-Al и (2) моделирование микроструктуры покрытия для понимания механизма возникновения трещин/изломов и помощи в разработке высококачественной отожженной и оцинкованной листовой стали

Продолжение табл. 8

4	Разработка автоматизированной технологии химического анализа, предназначенного для контроля процессов выплавки чугуна и стали	апрель 2000 года — март 2004 года	Процесс оценки и определения параметров материалов	Т. Ямане, Университет Яманаши	Целью исследования является обеспечение эффективной передачи, поддержания и развития технологий химического анализа, что является существенным аспектом будущего развития производства чугуна и стали, поскольку исследование направлено на развитие автоматизированных технологий на основе FIA-метода химического анализа, которые не требуют участия в процессе анализа опытных специалистов
5	Прогноз появления поверхностных повреждений в процессе прокатки	апрель 2000 года — март 2004 года	Создание новых продуктов и новых свойств	Т. Ишикава, Университет Нагоя	С целью разработки нового программного обеспечения, позволяющего выпускать сталь без дефектов, процесс генерации, модификации и исключения дефектов изучается путем сбора и анализа фактических данных о прокатке и проведения экспериментов на моделях. В итоге ожидается нахождение числовой модели, которая может имитировать реальные явления
6	Эффективное использование физического тепла от расплавленных шлаков	апрель 2003 года — март 2004 года	Высокотемпературные процессы / гражданское проектирование технологий производства чугуна и стали	Й. Кашивая, Университет Хоккайдо	Целью исследования является эффективное использование физического тепла от расплавленных шлаков, в процессе выплавки чугуна и стали. Это тепло может быть восстановлено через водород, посредством реакции преобразования метана с водой. Более стабильные шлаки могут быть смоделированы с помощью диаграммы изотермического превращения, которые должны будут разрабатываться следующей исследовательской группой, и тепло может быть восстановлено по оптимальному графику охлаждения, который можно определить с помощью диаграммы изотермического превращения.

Таблица 9. Новые исследовательские группы в 2004 фискальном году

№	Исследовательская группа	Подразделение	Руководитель	Описание
1	Активный контроль твердой структуры мелких γ -частиц	Высокотемпературные процессы	Х. Есака, Академия национальной обороны	Экспериментальные и теоретические методы будут применяться для исследования зарождения твердой фазы и роста γ -зерен в стали, с целью получения руководства для обеспечения контроля структуры стали. С помощью разработки универсальной модели образования твердой структуры исследователи предполагают создать технологию контроля структуры стали, начиная с этапа затвердевания.
2	Моделирование потенциальных экологических последствий цикличной переработки стального лома	Гражданское проектирование технологий производства чугуна и стали	Й. Мацуно, Университет Токио	Планируется разработать динамическую модель потенциальных экологических последствий цикличной переработки стального лома в Японии в течение 2000 – 2030 гг., учитывающую спрос на сталь, предложение на рынке стального лома и его качество. Данная модель будет полезна при анализе будущих экологических последствий от производства стали и соответствующей оптимизации коэффициента рециркуляции стального лома
3	Повышение полезности отходов на металлургических заводах с помощью процесса гидротермического синтеза	Гражданское проектирование технологий производства чугуна и стали	Т. Танака, Университет Осака	Исследование направлено на производство улучшенных строительных материалов различных видов из промышленных отходов, таких как металлургический шлак, с применением метода гидротермического синтеза, при котором обеспечивается эффективное потребление неиспользуемой отходящей теплоты и углекислого газа, выделяемого в процессе выплавки чугуна и стали
4	Построение и управление базой знаний для совместного внедрения инноваций в производственный процесс	Проектирование оборудования, техники автоматического контроля и систем	Х. Фуджимото, Институт технологий Нагоя	С целью развития и управления базой знаний для совместного внедрения инноваций в производственном процессе, исследователи нацелены на развитие обширных систем для (1) сбора, (2) накопления, (3) использования, (4) создания и (5) распределения и усовершенствования технологических знаний
5	Анализ микропластичности в дрессировке стальных листов	Разработка новых продуктов и новых свойств	И. Ярита, Институт технологий Чива	Посредством экспериментов и микроанализа, такого как FEM (эмиссионная электронная микроскопия), исследователи намерены исследовать деформируемость материалов, механизм появления шероховатости и механизм генерации; например, появление поперечной складки в дрессировке листов, представляющей собой неровную упругопластическую деформацию. Промышленное применение новшеств этого исследования, как ожидается, будет способствовать улучшению качества стальных листов и разработке новых продуктов

Продолжение табл. 9

6	Революция в производстве титановых сплавов β -типа	Микроструктура и свойства материалов	М. Хагивара, Национальный Институт материаловедения	Целью исследования является изучение возможности улучшения свойств титановых сплавов β -типа при помощи контролирования состава и микроструктуры, открытие механизма получения определенных свойств металла, и оценки формуемости полученных материалов. В частности, исследователи предполагают собрать базовые данные, позволяющие разрабатывать принципиально новые революционные сплавы, которые могут применяться в производстве конструкционных и жаропрочных деталей
7	Пригодность азота в улучшении свойств стали	Микроструктура и свойства материалов	Й. Катада, Национальный Институт материаловедения	Основываясь на свойствах азота как легирующего элемента для стальных материалов, исследователи намерены изучить свойства высокоазотистой стали, достигаемые различными методами введения азота, для оценки возможности промышленного применения высокоазотистой стали. Исследование, возможно, также откроет новый раздел материаловедения, изучающий взаимосвязь между сталью и азотом.

Темы разработок в японской металлургической отрасли

1. Охрана окружающей среды

Регенерационная установка по переработке жидкого шлама

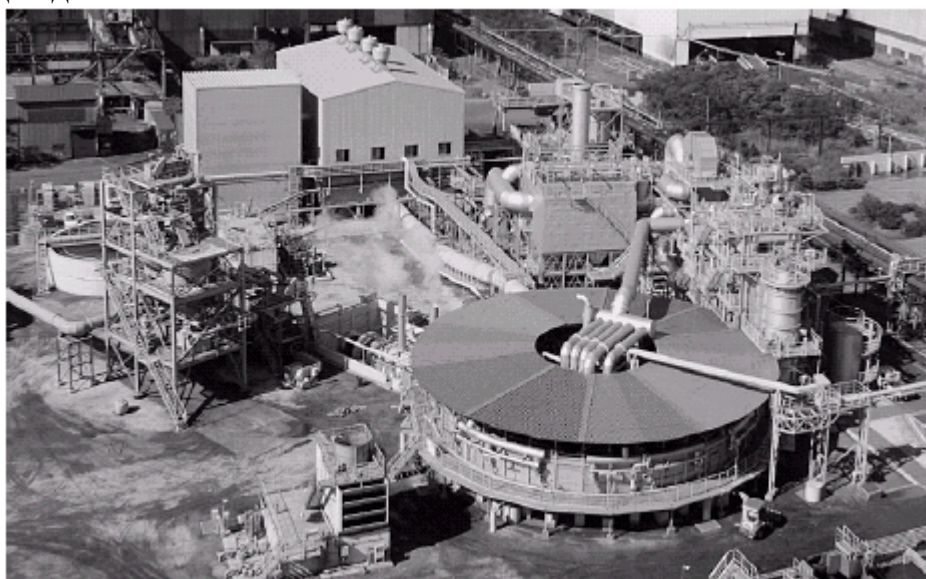
Nippon Steel Corporation

В декабре 2003 года компания Nippon Steel запустила регенерационную установку № 2 по переработке жидкого шлама на заводе в Кимицу (Япония). С момента запуска и до сегодняшнего дня установка функционирует безупречно.

Отработанный железосодержащий шлак не мог использоваться вторично в процессе производства стали в связи со сложностью его переработки из-за высокого содержания воды. В этой связи специалисты Nippon Steel разработали новую технологию прямой переработки шлама в шихту для печи с вращающимся подом (RHF). Регенерационная установка № 2 с использованием новой технологии позволяет перерабатывать шлак вместе с пылью, которая более легко поддается переработке. Технология включает новый способ обезвоживания, и получение сырой уплотненной шихты, которая может подаваться прямо в RHF без предварительной просушки. Данный метод «сырой переработки» шихты для RHF не имеет аналогов в мире.

Ранее была разработана технология производства высокопрочных окатышей для доменных печей методом прямого восстановления железа в RHF путем переработки «грязной пыли», содержащей цинк, щелочные металлы и другие примеси. Эта технология использовалась в регенерационной установке №1, которая была пущена в эксплуатацию в мае 2000 года. Таким образом, извлечение железа и углерода из производственных отходов привело к значительной экономии сырья и энергии. В 2001 году технология получила высокую оценку министра экономики, торговли и промышленности на национальной ассамблее по проблемам сбережения энергии.

Благодаря применению этих технологий появилась возможность почти 100%-го восстановления железосодержащих отходов в превосходный сырьевой материал для доменной плавки.



Регенерационная установка № 2 на заводе Nippon Steel в г. Кимицу (Япония)

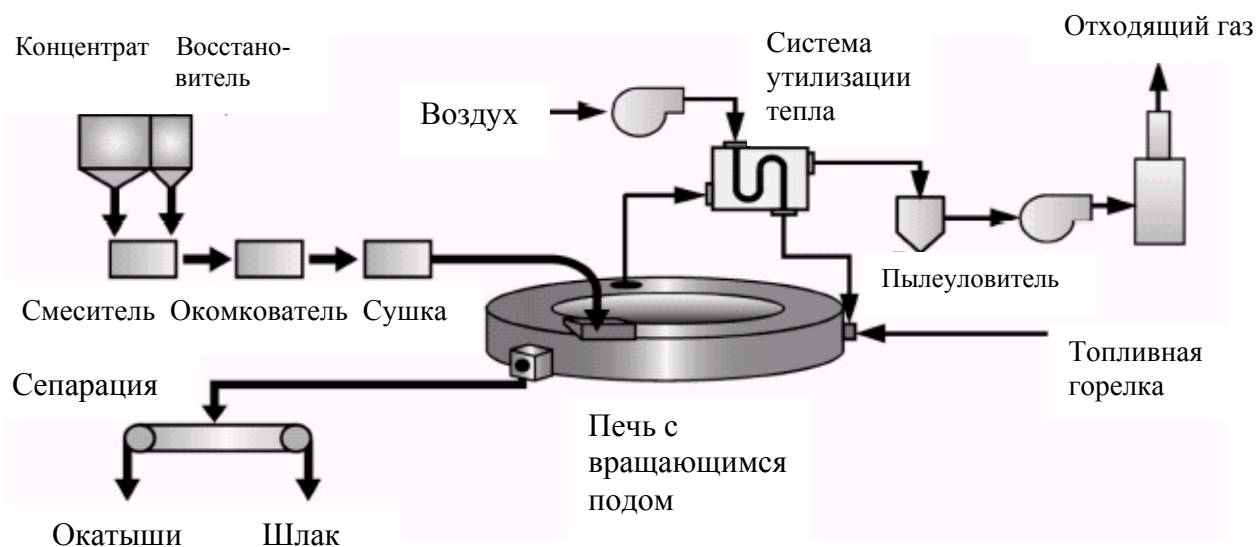
2. Производство чугуна

Пуск опытной установки с применением новой технологии производства железа ITmk3®

Kobe Steel Ltd.

Технология «ITmk3®» (Технология 3-й модификации производства железа) — это новый метод производства железа, позволяющий получать железные окатыши непосредственно из мелкоизмельченной руды и угля с использованием печи с вращающимся подом (RHF). Окатыши из мелкоизмельченной железной руды и угля быстро восстанавливаются, расплавляются и отделяются от шлака. В результате в RHF получают окатыши железа высокой чистоты (96 – 98%) в течение короткого времени (около 10 мин.). По объему необходимых капиталовложений данная технология дешевле традиционных более чем в два раза за счет того, что сырье не нуждается в предварительной подготовке. Кроме того, технология ITmk3® позволяет сократить выброс CO₂ в течение плавки на 20%, что дает ей серьезное преимущество перед с другими технологиями с точки зрения охраны глобальной окружающей среды.

Фундаментальные исследования по разработке этой технологии начались в 1996 году. В 2000 году был успешно реализован проект опытной установки (3000 тонн/год) на заводе компании Kobe Steel в г. Какогава. В мае 2003 года на основе данной технологии была построена новая установка мощностью 25 000 тонн/год. Учредителями последнего проекта стали компания Mesabi Nugget, LLC, основанная Ferrometrics Inc. и дочерними компаниями Cleveland-Cliffs Inc. и Steel Dynamics Inc., а также Kobe Steel Ltd, при финансовой поддержке правительства штата Миннесота. Производство было запущено при поддержке Министерства энергетики США, и 24 мая была выпущена первая партия железных окатышей. Поддерживая стабильный темп производства, к декабрю 2003 года предприятие достигло 99%-ной среднемесячной загрузки.



Технологическая схема процесса ITmk3®

3. Толстолистовая сталь

Устойчивая к точечной коррозии сталь NSGP-1, используемая для днища танкерного резервуара

Nippon Steel Corporation

В 2003 году корпорация Nippon Steel первой в мире успешно разработала технологию производства новой толстолистовой стали NSGP-1 (Nippon Steel's Green Protect – 1), являющейся эффективным устойчивым к точечной коррозии материалом для днища крупнотоннажных нефтеналивных танкеров типа VLCC (Very Large Crude oil Carrier) и других видов транспорта для перевозки нефти. С тех пор Nippon Steel занимается внедрением этой новинки в строительство судов.

Традиционно для укладки днища в нефтетанкерах использовалась сталь без покрытия. Однако вследствие агрессивных условий службы резервуара скорость распространения коррозии была очень высока — от 3 до 4 мм в год (максимальная глубина проникновения коррозии при обследованиях поверхности с интервалом в 2,5 года, как правило, составляет 9 – 10 мм). В последние годы основной мерой защиты от точечной коррозии служило нанесение на листы днища толстослойного покрытия. Однако фактически во время профилактической обработки поверхности определить глубину коррозии сложно, поэтому идеального ремонтного покрытия как такового добиться практически невозможно, и коррозия продолжает разрушать стенки резервуара. В связи с этим меры по борьбе с коррозией, регулярные обследования и ремонт судов всегда были для судовладельцев настоящей проблемой.

Сталь NSGP-1 является революционной разработкой с точки зрения устойчивости к точечной коррозии, которая способна противостоять распространению коррозии в 5 раз дольше по сравнению с обычными сталями. В ходе разработки нового материала специалисты Nippon Steel сначала совместно с судовладельцами изучали все возможные условия агрессивной среды на действующих танкерах, затем в течение нескольких лет прорабатывали различные технологии коррозионной стойкости и защиты от коррозии, находя оригинальные и нестандартные решения, и, в итоге, пришли к созданию NSGP-1. Данная сталь удовлетворяет требованиям классификационной группы по химическому составу, отвечает высоким требованиям по прочности, свариваемости, деформируемости и другим качествам, соответствующим или даже превосходящим свойства традиционно используемой в этих целях толстолистовой стали. В то же время разработка полностью соответствует классификационным нормам эксплуатации. Другими словами, NSGP-1 — это высококачественная толстолистовая сталь сверхстойкая к воздействию точечной коррозии в резервуарах нефтетанкеров, которая может применяться в судостроительстве без необходимости каких-либо изменений в конструкции судов.

Строительство первого судна с применением материала NSGP-1 уже ведется, его сдача запланирована на 2004 год. Разработчики будут контролировать качество новой стали в процессе службы судна. Однако есть уверенность в высоком результате применения NSGP-1. При регулярном обследовании поверхности днища танкера, которое проводится во время капремонта каждые 2,5 года, поврежденный коррозией слой должен составить менее 2 мм. Это избавит от необходимости проведения ремонта, сварки и других способов борьбы с

коррозией. В то же самое время полный отказ от обработки и покрытия внутренней поверхности резервуара танкера означает исключение процедур, которые несут большой вред для окружающей среды. Таким образом, разработка NSGP-1 — это значимый шаг в развитии экологически безопасного судостроения.

Износоустойчивая толстолистовая сталь JFE-EH500LE, используемая в строительстве и промышленном машиностроении

JFE Steel Corporation

Высокоизносоустойчивые толстые стальные листы применяются при изготовлении кузовов самосвалов и ковшей экскаваторов, позволяют минимизировать повреждения оборудования в агрессивных условиях эксплуатации горной добычи. Ударная вязкость стальных листов особенно часто снижается при эксплуатации техники в холодных районах, а именно в горной местности и на возвышенностях, где, как правило, расположены рудники. В таких условиях из-за низкой ударной вязкости стали, при постоянном столкновении с камнями и кусками руды, на поверхности листов появляются трещины, приводящие к быстрому износу техники.

Известно также, что ударная вязкость обычно ухудшается при повышении другого необходимого свойства – износоустойчивости.

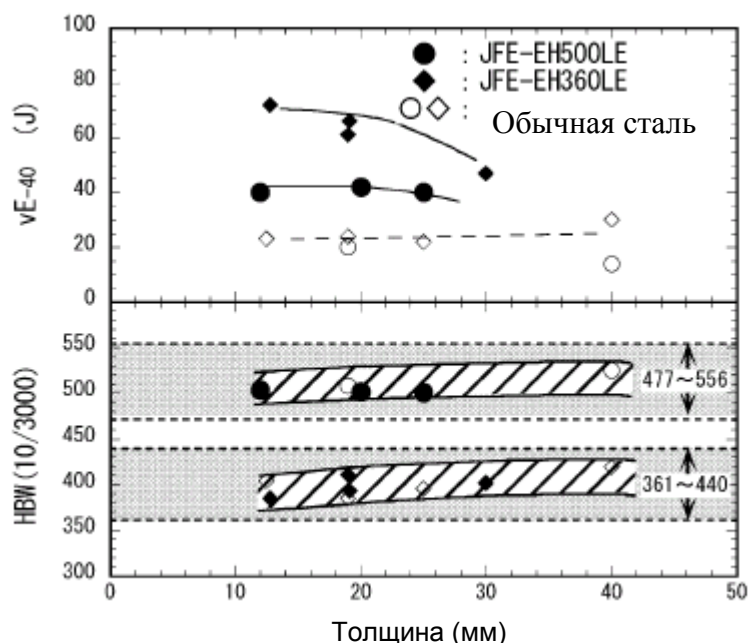
Для решения этой проблемы специалисты JFE Steel применили технологию микролегирования и регулируемую термическую обработку, позволяющую контролировать микроструктуру стали.

Сталь JFE-EH500LE была разработана с расчетом на высокую прочность (твердость по Бринеллю составляет более 477 HBW) и имеет гарантированную ударную вязкость по Шарпи при температуре -40°C .

Создание стали JFE-EH500LE, имеющей прекрасные износоустойчивые и удароустойчивые характеристики, которая может использоваться в качестве материала для дна кузова самосвалов и экскаваторных ковшей в суровых погодных условиях, позволило сократить толщину стального листа для соответствующих частей техники и, соответственно, снизить вес самой техники.

В результате сталь JFE-EH500LE способствует эффективной борьбе с загрязнением окружающей среды благодаря улучшению топливной экономичности и увеличению грузоподъемности транспорта.

Как ожидается, сталь JFE-EH500LE будет активно использоваться в строительстве и промышленном машиностроении, так же и как ранее разработанная сталь JFE-EH360LE (у которой показатель твердости по Бринеллю составляет 361 HBW)



Результаты тестирования твердости по Бринеллю и ударной вязкости по Шарпи сталей JFE-EH500LE и JFE-EH360LE

Толстолистовая сталь с высокой прочностью на разрыв (610 МПа), используемая для изготовления гидравлических труб на крупнейшую в мире электростанцию на плотине «Три ущелья» в Китае

Sumitomo Metal Industries, Ltd.

Благодаря тому, что компания Sumitomo Metal Industries Ltd. успешно выполнила поставки листовой стали на втором этапе строительства китайской плотины «Три ущелья», она получила право на полное обеспечение проекта листовой сталью на третьем этапе строительства. Заказ China Yangtze Three Gorges Development Corp. предусматривал поставку толстых листов стали марки SUMITEN610F с высокой прочностью на разрыв, равной 610 МПа, предназначенной для изготовления гидравлических труб.

Изначально идея проекта «Три ущелья» принадлежала Суню Ятсену (Sun Yatsen) и была впервые озвучена еще в 1919 году. «Три ущелья» является одним из самых грандиозных в мире национальных проектов, о котором часто говорят как о «величайшем сооружении со времен строительства Великой китайской стены» — его стоимость оценивается в 3 триллиона йен, а производительная мощность всей ГЭС составляет 18,2 миллиона киловатт энергии. Разработка проекта началась в 1993 году, и в его основу легли три основных составляющих: производство электроэнергии, транспортировка угля и контроль наводнений.

Компания Sumitomo Metal Industries Ltd выполнила поставки листовой стали для 20 установок, включая 8 установок, построенных на втором этапе строительства, из 26 имеющихся.

Толстая листовая сталь с высоким классом прочности на разрыв, равным 610 МПа, изготовлена в лучших традициях сталеварения Sumitomo Metal Industries Ltd и является триумфом инженерской мысли — сталь характеризуется отличными

показателями по прочности, свариваемости и ударной вязкости. Данный продукт не требует предварительного нагрева перед сваркой, что значительно упрощает процесс сварки, и является наиболее выгодным с точки зрения себестоимости строительства по сравнению с другими видами стали.

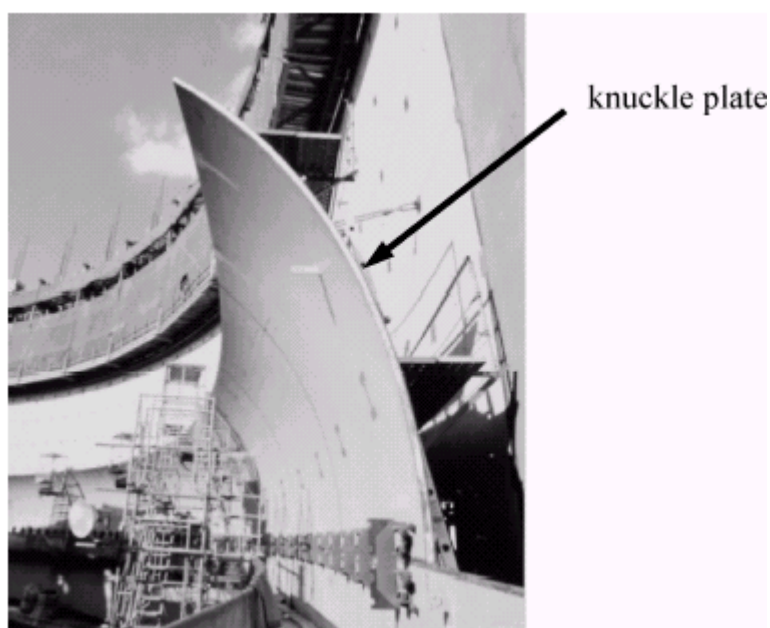
Листовая сталь с содержанием Ni 9%, разлитая впервые в Японии непрерывным способом, применяющаяся для производства основных конструктивных элементов крупного танкера для перевозки сжиженного природного газа (СПГ)

Sumitomo Metal Industries, Ltd.

Sumitomo Metal Industries, Ltd. (SMI) произвела 2400 тонн толстого листа стали с содержанием Ni 9% (разливка на МНЛЗ) для строительства нового японского танкера по перевозке СПГ емкостью 160 000 килолитров. Изготовленные стальные листы предназначены для обшивки, кольцевых пластин и других конструктивных элементов корпуса. Впервые в производстве основных элементов корпуса танкера для СПГ использовалась листовая сталь Ni 9%, разлитая непрерывным способом. Толщина стенки листа на месте сочленения стенок с днищем составляет 48,3 мм и является рекордной для листов стали Ni 9%, разлитой непрерывным способом.

В конце 90-х годов прошлого века метод непрерывной разливки применялся в производстве листов стали Ni 9% толщиной до 30 мм, которые использовались в строительстве иностранных танкеров. В Японии при строительстве танкеров использовалась сталь, изготовленная методом обычной разливки, так как учитывались жесткие требования к стали на ударную вязкость и устойчивость к воздействию сверхнизких температур при толщине стали до 50 мм.

Интегрированная технология производства толстолистовой стали Ni 9% компании SMI и передовая технология непрерывной разливки получили признание отечественных производителей крупнотоннажных танкеров по перевозке СПГ.



Самая большая по толщине листовая панель из стали Ni 9%, разлитой непрерывным способом

4. Холоднокатаная сталь – обработка поверхности

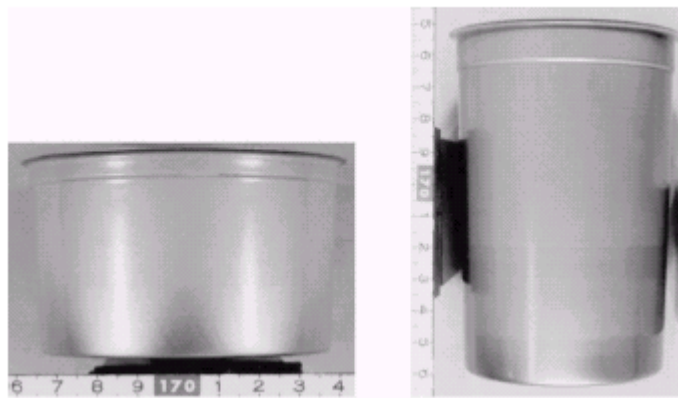
Новый тонкий стальной лист *Universal Brite Type F*, ламинированный пленкой, для изготовления жестяной консервной тары

JFE Steel Corporation

Корпорация JFE Steel первой в мире запустила в серийное производство ламинированную пленкой сталь под торговой маркой *Universal Brite Type F*, предназначенную для изготовления жестяной консервной тары. Сталь отвечает техническим требованиям изготовления цельных жестяных контейнеров методом многопозиционной вытяжки, удовлетворяет высоким требованиям формуемости и отличается высоким качеством вскрытия и извлечения содержимого тары. Необходимость создания нового не содержащего красителей материала для пищевой жестяной тары назрела довольно давно, так как выбросы огромного количества вредных органических соединений и углекислого газа в атмосферу являются серьезной проблемой. Материал *Universal Brite Type F* был разработан в связи с острой необходимостью в таком продукте и имеет следующие отличительные характеристики:

- (1) Хорошая формуемость: Гомогенная полиэтилен-терефталатная плёнка (Homo polyethylene terephthalate (Homo PET: non-copolymerized PET)) не подходит для изготовления пищевой тары из-за ее ускоренной кристаллизации, препятствующей формуемости стали. Разработка новой двухслойной пленки позволила использовать гомогенную PET-пленку в производстве тары благодаря сочетанию нового уникального по структуре PET и оригинальной технологии ламинирования стали, препятствующей кристаллизации пленочного покрытия.
- (2) Высокое качество вскрытия и извлечения содержимого тары. Это свойство было достигнуто благодаря добавлению уникальных присадок, модифицирующих поверхность верхнего слоя пленки и эффективно нейтрализующих свободную энергию поверхности покрытия. Присадки покрывают поверхность пленки, что приводит к резкому снижению полярных компонентов поверхности, и таким образом, свободная энергия нейтрализуется.
- (3) Исключение процесса покраски: Новая листовая сталь может обрабатываться на стандартной производственной линии по изготовлению жестяных банок без каких-либо дополнительных настроек. Вдобавок, исключение процесса покраски является большим плюсом данной технологии не только с точки зрения себестоимости, но и с точки зрения экологической безопасности данного производства.

Сталь *Universal Brite Type F* в основном реализуется на крупные предприятия по производству жестяной тары в Северной Америке, где ее уникальные свойства и высокое качество были оценены по достоинству.



*Жестяная тара, изготовленная из новой стали
(слева – контейнер весом в полфунта, справа – контейнер весом в фунт)*



*Поперечный разрез нового покрытия листовой
стали для консервной тары*

**Высокопрочная сталь с прочностью на разрыв 780 и 980 МПа,
используемая для точно-сварных соединений высокой степени
прочности**

JFE Steel Corporation

Корпорация JFE Steel разработала новую высокопрочную оцинкованную сталь холодной прокатки с прочностью на разрыв 780 и 980 МПа, которая предназначена для изготовления ударопоглощающих частей и деталей автомобильного кузова. Новую сталь отличает великолепное качество оцинковки, а также высокая прочность и надежность в местах точечной сварки.

В целом добавление легирующих элементов, повышающих прочность стали, отрицательно сказывается на надежности точно-сварочных соединений. В силу

того, что такие элементы как С, Si и Mn, которые обычно добавляются в сталь для повышения ее прочностных характеристик, делают сталь излишне твердой и хрупкой для сварки, производство высокопрочной стали с надежными точечно-сварочными соединениями раньше считалось трудноосуществимым.

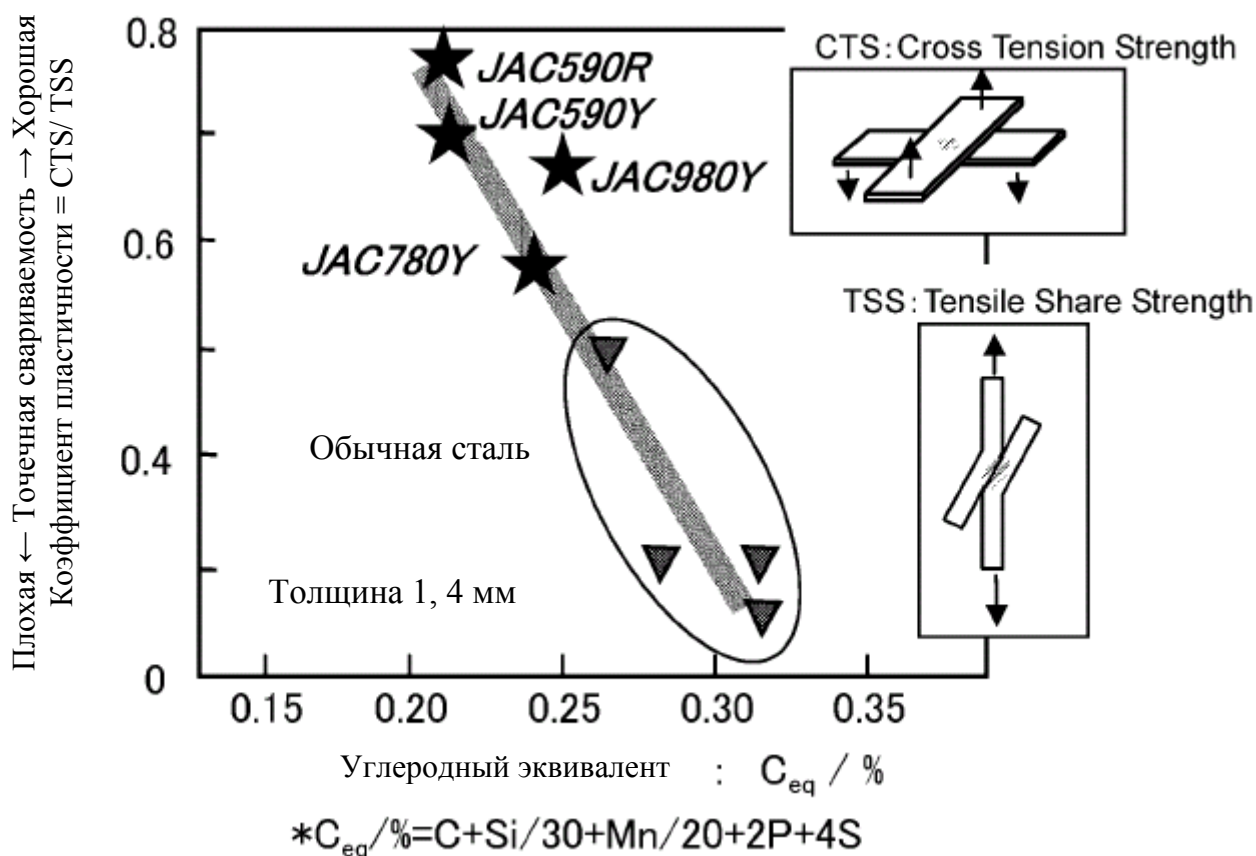
Основываясь на опыте, приобретенном в ходе исследований для разработки высокопрочной холоднокатаной оцинкованной стали с прочностью на разрыв 590 МПа, специалисты JFE Steel смогли разработать сталь с еще более высокой прочностью – 780 и 980 МПа. Технология предусматривает следующие важные условия:

1. Подбор легирующих элементов, таких как Ti и Nb, которые минимально влияют на свариваемость стали при точечной сварке.
2. Уменьшение размера зерна.
3. Применение новой технологии оцинковывания.

Благодаря использованию разработок, прочность точечно-сварных соединений (предел прочности при поперечном изгибе) стали марки с прочностью 780 МПа улучшилась на 50%, а для марки с прочностью 980 МПа — на 70%, в сравнении с обычной сталью. Таким образом, диапазон оптимальных условий точечной сварки был расширен.

Внедрение данной разработки в производство автомобильных кузовов, как ожидается, будет иметь ряд преимуществ, а именно:

- I. За счет того, что высокопрочная сталь сильнее раскатывается, уменьшается толщина листа, что, в свою очередь, позволяет существенно снизить вес автомобильного кузова.
- II. С внедрением данной разработки надежность точечной сварки повысилась, что расширило область применения этой технологии.
- III. Поскольку разработка улучшила качество покрытия стали, повысилась устойчивость автомобильного кузова к коррозии.



Соотношение коэффициента пластичности и углеродного эквивалента

Тонколистовая сталь для горячего прессования (Sumi-Quench)

Sumitomo Metal Industries, Ltd.

Сегодня существует острая необходимость повышения экономичности потребления автомобильного топлива с целью сокращения выбросов в атмосферу углекислого газа, содержащегося в выхлопных газах. С этой целью необходимо снизить вес автомобильного кузова за счет применения сверхпрочной тонколистовой стали (High strength sheet steel, далее HSS сталь). Однако применить HSS сталь для деталей сложных форм не так просто. Особенно высокая упругая отдача и торможение при штамповке вызывают проблемы, когда предел прочности на разрыв стали превышает 1,0 ГПа. Кроме того, необходимо принимать в расчет водородное охрупчивание металла, когда предел прочности превышает 1,2 ГПа.

Процесс горячего прессования стали иногда называют закалкой в штампе. В технологии, схема которой показана ниже на рисунке, листы стали нагреваются до температуры 1273 К и в нагретом состоянии прессуются в штампе, а затем охлаждаются в штамповочной матрице. Так как напряжение пластического течения стали при температуре 1273 К является низким — всего 50 МПа, а остаточное напряжение в готовом продукте ничтожно мало, вышеописанные проблемы не возникают. Горячее прессование металла впервые начало применяться в начале 90х годов в Европе. В Японии же данная технология появилась лишь недавно.

Sumitomo Metal Industries Ltd. создала специальную тонколистовую сталь для горячего прессования и успешно поставила данную технологию на коммерческую основу в сотрудничестве с компаниями-производителями автомобильных деталей. Химия стали была модифицирована таким образом, чтобы в процессе нагрева на поверхности образовывался тонкий, хорошо связанный с металлом, слой окалины и достигалась достаточная прокаливаемость металла даже в участках детали, имеющих самую низкую скорость остывания. Например, балка в двери автомобиля для защиты от бокового столкновения, изготовленная горячим прессованием, на 30% прочнее и на 10% легче прессованной балки из обычной HSS-стали. Кроме того, балка, изготовленная горячим прессованием, обладает высокоточной формой, сравнимой с прессованными деталями из мягкой стали. Данная сталь в виде защитной балки уже применялась в производстве некоторых видов пассажирских автомобилей.

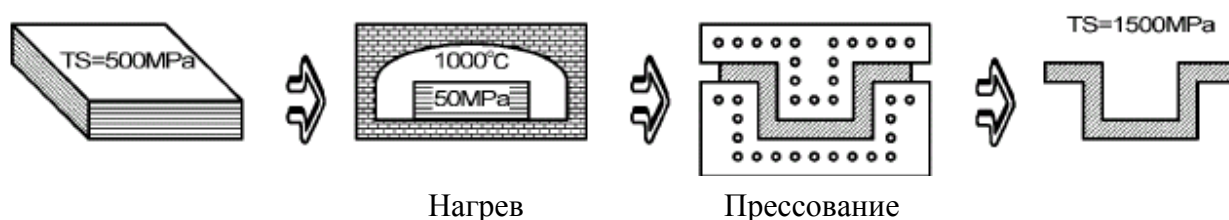


Схема процесса горячего прессования

Предварительно окрашенная листовая сталь для использования в условиях высоких температур до 500°C «500°C-Resistant Prepainted Steel Sheet»

Nisshin Steel Co., Ltd.

Обычная предварительно окрашенная листовая сталь имеет широкий спектр применения, включая строительные конструкции, электробытовые приборы и электронное оборудование, благодаря своей низкой себестоимости, которая достигается за счет исключения из технологии производства процессов нанесения покрытия. Последнее обстоятельство предопределяет более высокую производительность и снижение отрицательного влияния на окружающую среду.

Тепловые или нагревательные приборы в рабочем состоянии иногда нагреваются до 300°C. Поэтому, производителям стали потребовалось создать предварительно окрашенную тонколистовую сталь, устойчивую к воздействию высоких температур. Однако даже если сталь обрабатывалась такими жаропрочными материалами как полиамид (polyimide) или силиконовая смола (silicone resin), предельная температура нагревания составляла около 300°C.

Nisshin Steel разработал сталь *500°C-Resistant Prepainted Steel Sheet* (предварительно окрашенная тонколистовая сталь, устойчивая к температуре 500°C) со следующими характеристиками: устойчивость к температурам до 500°C и высокая прочность на изгиб, пригодность для волочения или прессования. Новый

продукт не выделяет неприятных запахов, дыма и ядовитых газов в раскаленном состоянии, и следовательно может быть использован в самых различных температурных условиях, начиная от комнатной температуры и заканчивая 500°C. Кроме того, данный материал отличается такими свойствами как экологическая безопасность, устойчивость к коррозии, стойкость лакокрасочного покрытия, стойкость к мелким поверхностным дефектам, к ИК-излучению с длиной волны диапазона (50 - 100) мкм, обладает дезодорирующими свойствами и имеет черный цвет. Перечисленные свойства были достигнуты благодаря оригинальному связующему материалу и пигменту в краске, а также использованию жаропрочных алюминированных стальных листов. (Рис.1)

Данная сталь используется для изготовления компонентов микроволновой печи (Рис.2) и, ожидается, что со временем ее применение в сфере производства жаропрочных материалов расширится, включая различные виды электробытовой техники.

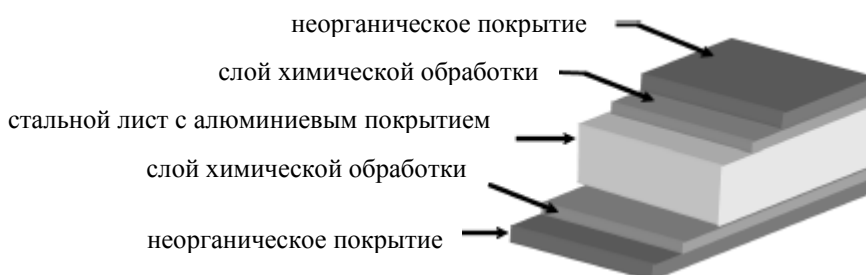


рис. 1 Схема структуры предварительно окрашенной тонколистовой стали, устойчивой к температуре 500°C



рис.2 Пример применения разработанного продукта

5. Другие сферы

Текстурированная сталь «JGE», обладающая высокой штампуемостью и низкими потерями в стали в различных направлениях

JFE Steel Corporation

Текстурированная электротехническая сталь с превосходными магнитными свойствами в направлении прокатки продолжительное время востребована, как

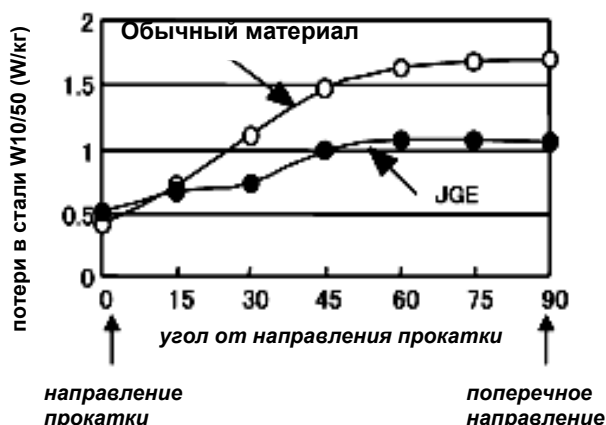
материал, способствующий снижению потребления энергии, и применяется в основном в качестве материала для сердечников трансформаторов. Обычная текстурированная сталь имеет керамическое покрытие на форстеритовой основе (Mg_2SiO_4). Еще одно покрытие для изоляции из органического материала наносится поверх форстеритового покрытия. Поскольку форстеритовое покрытие твердое, пользователям текстурированной стали трудно пробивать листы такой стали на прессе.

Корпорация JFE Steel недавно разработала новую марку текстурированной стали *JGE* без форстеритового покрытия. *JGE* имеет два следующих отличительных свойства.

Во-первых, она обладает лучшей пробиваемостью. *JGE* имеет изоляционное покрытие, которое обычно применяется в нетекстурированных электротехнических сталях и обеспечивает хорошую пробиваемость. Срок службы штампов при пробивки стали *JGE* увеличивается в 10 раз по сравнению с использованием обычной текстурированной листовой стали с форстеритовым покрытием. Адгезионная прочность изолирующего покрытия в стали *JGE* также выше, чем в обычной текстурированной стали.

Еще одно преимущество стали *JGE* заключается в меньших потерях мощности в направлениях, отличных от направления прокатки, которые показаны на рисунке. Данная характеристика делает эту сталь пригодной для использования в E-образном сердечнике, который широко применяется в маломощных трансформаторах. Потери в стали в E-образном сердечнике, изготовленном из листов стали *JGE*, на 10% ниже, чем в обычной стали. Это обусловлено низкими потерями в стали в поперечном направлении, которое включает часть магнитной цепи E-образного сердечника.

Благодаря улучшенной пробиваемости на прессе и меньшим потерям в стали направлениях отличных от направления прокатки, сталь *JGE* пригодна для двигателей с пластинчатым сердечником и генераторов, в которых обычно используется нетекстурированная электротехническая сталь. Как уже говорилось, с созданием стали *JGE* сфера применения текстурированной стали значительно расширилась.



Сравнение потерь в стали в различных направлениях