



УДК 628.74

Поступила 11.11.2015

20 ЛЕТ ОПЫТА С ТЕХНОЛОГИЕЙ ПОДОГРЕВА ЛОМА 20 YEARS OF EXPERIENCE WITH SCRAP PREHEATING TECHNOLOGY

ЙЕНС АПФЕЛЬ, МИШЕЛЬ ХАЙН, ХАНС-ЙОРГ ХУБЕР, ДЕНИЗ ЧАТАН, *Primetals Technologies Germany GmbH, Reithallenstraße 1, 77731 Willstätt, Германия*

APFEL JENS, HEIN MICHEL, HUBER HANS-JÖRG, CATAN DENIZ, *Primetals Technologies Germany GmbH, Reithallenstraße 1, 77731 Willstätt, Germany*

Все больше стран внедряют новые правила и нормативы для повышения энергоэффективности, снижения выбросов CO₂ и других вредных веществ. Таким образом, производителям электростали нужна технология, отличающаяся низкими затратами и повышенной производительностью, которая поможет им соблюдать экологические требования. Десятилетия знаний в области технологий подогрева шихты и различные инновационные решения, ставшие эффективными в целом ряде уникальных случаев, были консолидированы и анонсированы в 2010 г. Дуговая сталеплавильная печь (ДСП) Quantum (Квантум) была спроектирована как прагматичное решение, отвечающее требованиям к энергоэффективности и рентабельности, повышению производительности и минимизации вредных выбросов. Вне зависимости от шихтового материала, будь то лом, жидкий чугун или железо прямого восстановления (DRI), ДСП Quantum обеспечивает высокую производительность электросталеплавильного производства при исключительно низких затратах на передел.

More and more countries worldwide implement new rules and regulations to improve energy efficiency and cut CO₂ and hazardous off-gas emissions. Thus electric steelmakers need technology that keeps costs low, increases productivity and helps them adhere to environmental regulations. Decades of knowledge in preheating technology, and several different innovative applications which had been solution for many unique cases have been brought together and announced in 2010. EAF Quantum was designed as a pragmatic solution that meets requirements for high energy and cost efficiency, increased productivity and lowest emissions. Whether scrap, partly hot metal or direct-reduced iron (DRI) is charged, EAF Quantum is the solution for highly productive electric steelmaking at extra low conversion costs.

Ключевые слова. Подогрев, шахта, электросталеплавильное производство, экологические нормативы, возмущения сети, автоматизация, история, Siemens, Primetals.

Keywords. Preheating Shaft, EAF, Electric Steelmaking, Environmental Compliance, Network Disturbances, Automation, History, Siemens, Primetals.

История шахтной технологии

ДСП Quantum (рис. 1) является результатом более 20 лет опыта инжиниринга и реализации технологий подогрева лома (рис. 2) и более 40 лет работы в области электросталеплавильного производства. В ходе разработки ДСП Quantum был учтен опыт более 20 печей Primetals Technologies, находящихся в эксплуатации в данное время и использующих решения для подогрева лома.

Отличительной чертой новой концепции ДСП Quantum можно назвать минимальные конверсионные затраты, максимальную производительность и соответствие требованиям экологической безопасности. Отходящие газы, образующиеся во время плавки, используются для подогрева 100% лома, который впоследствии опускается в рабочее пространство печи. Это способствует значительной экономии электроэнергии и затрат, а также существенному сокращению времени плавки (< 33 мин). Помимо болюта с соответствующими характеристиками, данная печь отличается сокращенной фазой плавления, осуществляемой в полностью спокойной ванне, минимальными скачками напряжения и возмущениями сети.

ДСП Quantum имеет ряд преимуществ перед предыдущими поколениями шахтных печей и шахтных печей с пальцевым подогревом лома:

- Повышенная герметичность, обеспечивающая минимальное всасывание воздуха благодаря стационарной шахте и подвижному корпусу печи.

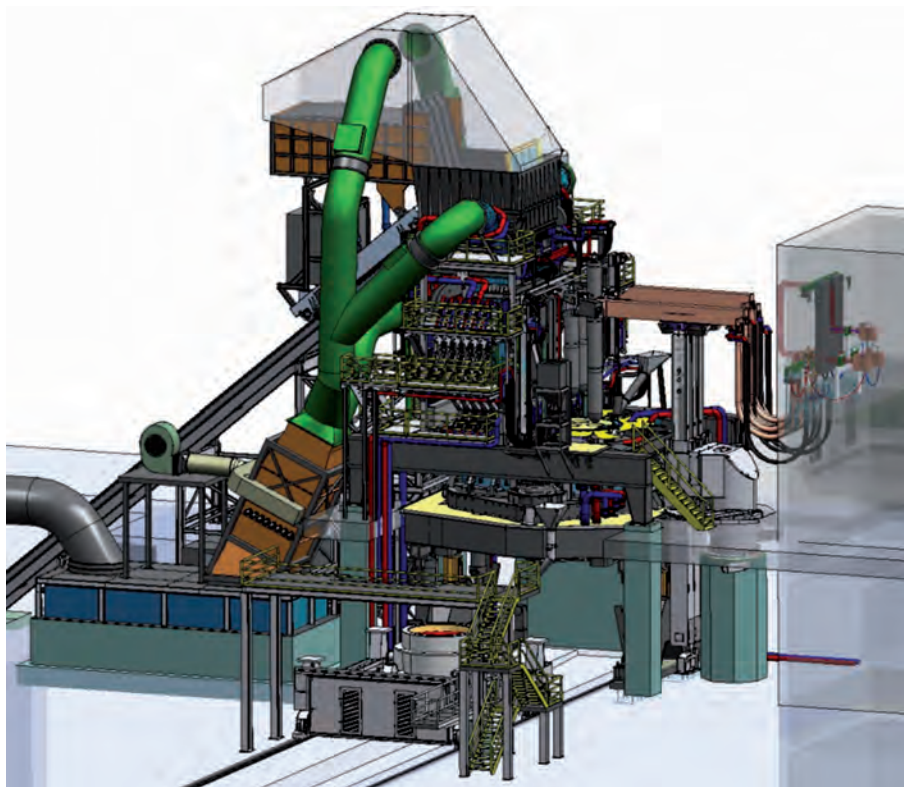


Рис. 1. Общий вид ДСП Quantum со стороны выпуска

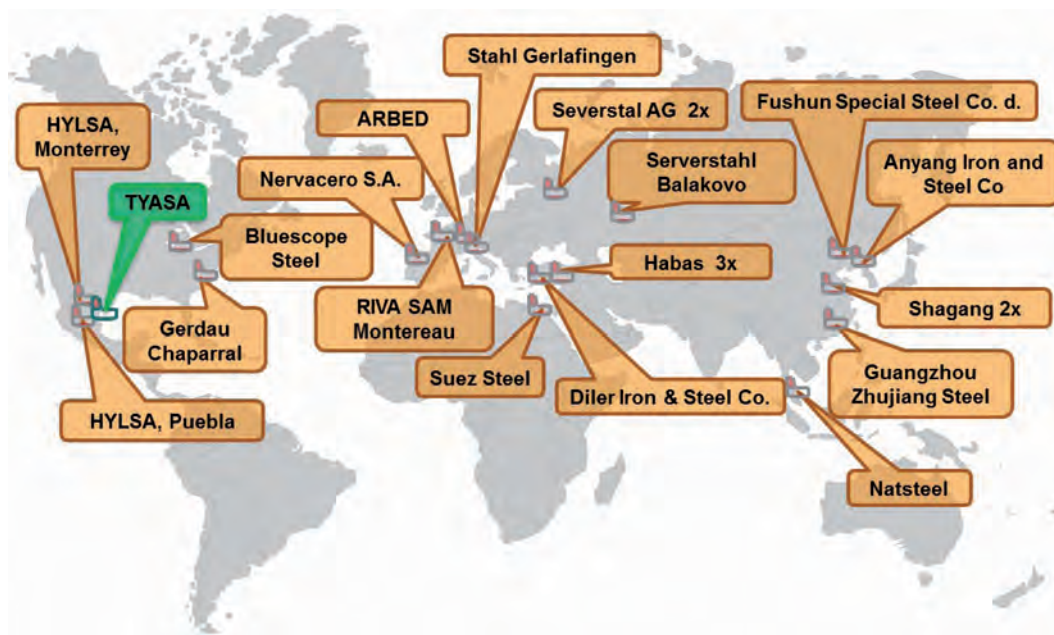


Рис. 2. Референции шахтных печей и шахтных печей с пальцевым удержанием лома

- Улучшенная трапецевидная шахта обеспечивает оптимальное распределение лома и эффективность подогрева, особенно при низкой плотности лома.
- Новая конструкция системы удержания лома для лучшей его подачи в зону плавления.
- Увеличение болота для улучшения теплообмена и ускорения процесса плавления.
- Плавление без скачков напряжения благодаря новой конструкции, предусматривающей особое расположение электродов относительно шахты.

Также ДСП Quantum представляет собой плавильный агрегат будущего благодаря оптимизированной и запатентованной системе выпуска стали FAST (furnace advanced slag-free tapping system – система

бешшлакового выпуска стали), обновленной технологии завалки и удержания лома, новейшим технологиям анализа и революционной конструкции системы очистки отходящих газов. Уровень энергопотребления 280 кВт·ч/т в сочетании со сниженным потреблением кислорода и топлива говорят об эффективности этого нового типа печей.

Практически все компоненты ДСП Quantum доказали свою эффективность в ходе промышленной эксплуатации на предприятиях по всему миру, например, концепция наклона подины на заводе Sherness (нынешнем Thamesteel) в Великобритании и система FAST на заводе Buderus Edelshahl.

Общая компоновка

Загрузка лома

От ломозаготовительного отделения лом может загружаться либо автотранспортом в специальную бадью (скип) на подъемнике, либо, как показано на рис. 1, магнитами и грейферным захватом на перегрузочной станции. При таком решении лом загружается краном непосредственно в один из двух промежуточных контейнеров, выгружающих впоследствии лом в скип.

Новая концепция завалки лома – скиповый подъемник для доставки лома от зоны выгрузки лома, находящейся под нулевым уровнем, и дальнейшей его завалки в печь обеспечивает точность и гибкость логистики завалки. Отсутствует необходимость применения корзины или крана для завалки. Более того, благодаря четкой цикличности и одинаковой продолжительности времени загрузки возможна комплексная автоматизация технологического процесса. ДСП Quantum может обрабатывать лом с плотностью от 0,5 до 0,8 т/м³.

Система подогрева лома (рис. 3, 4)

Эффективная рекуперация энергии с подогревом 100% лома обеспечивает расход энергии ниже 280 кВт·ч/т. Подогрев лома осуществляется в трапецевидной шахте с использованием новой конструкции системы удержания лома, это обеспечивает лучшее распределение лома и более эффективное направление потоков отходящих газов для оптимизации теплопередачи. Новая конструкция также предотвращает застревание лома в шахте. После подогрева лома пальцы раздвигаются через боковые стенки шахты, и шихта опускается в рабочее пространство печи.

Благодаря новому механизму открывания пальцев и большому объему корпуса печи, выполненного в форме подковы, нагретый лом погружается в большое болото, при этом пальцы могут закрываться сразу после этого, готовые принять новую партию шихты. Все перечисленные операции могут выполняться под током. Пальцевая система устанавливается на прочные свод или шахту печи, что позволяет избежать нагрузок, создаваемых массой лома на водоохлаждаемые части и, таким образом, исключить риск утечки воды.

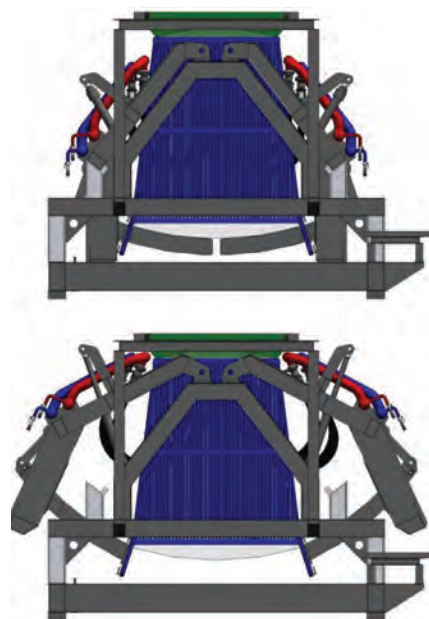


Рис. 3. Система удержания лома с модульными водоохлаждаемыми панелями

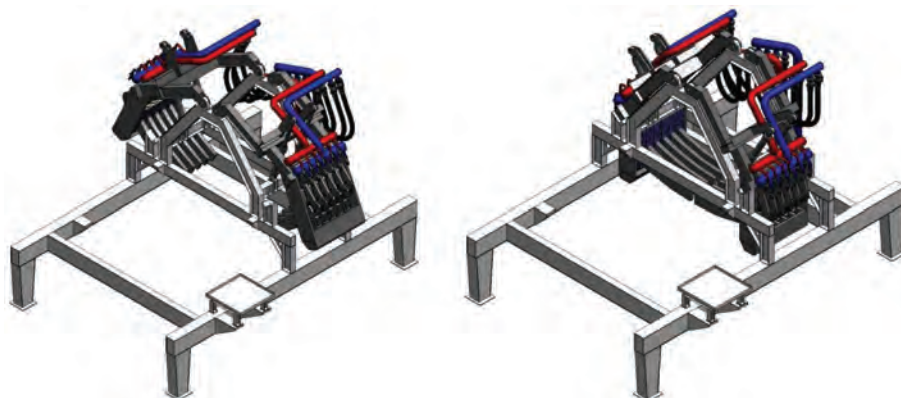


Рис. 4. Система удержания лома на основной раме

Работа с полностью спокойной ванной

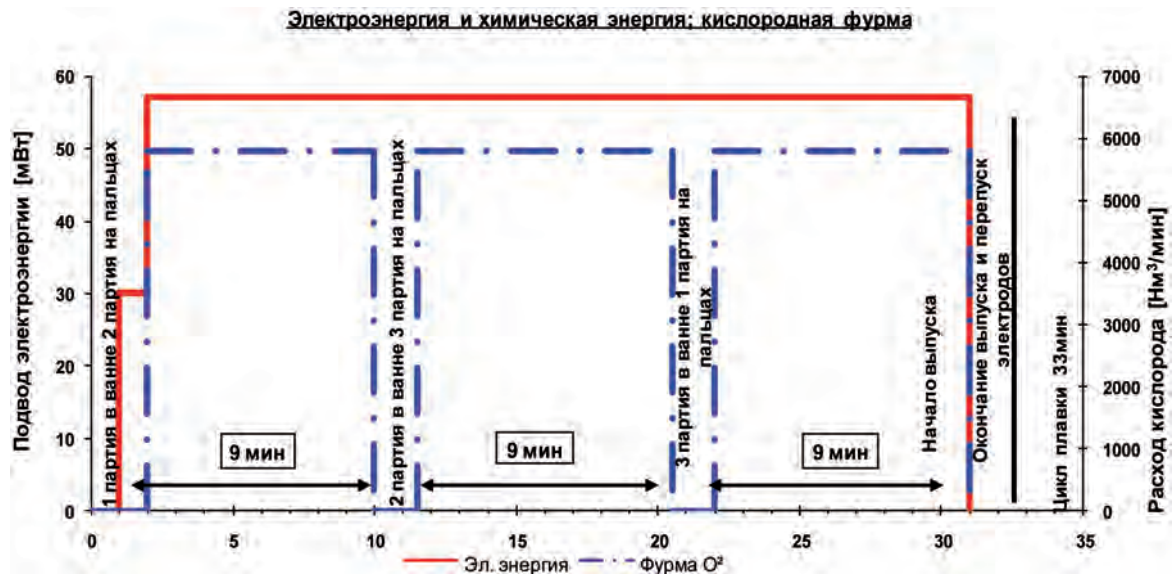


Рис. 5. Профиль плавки с тремя партиями

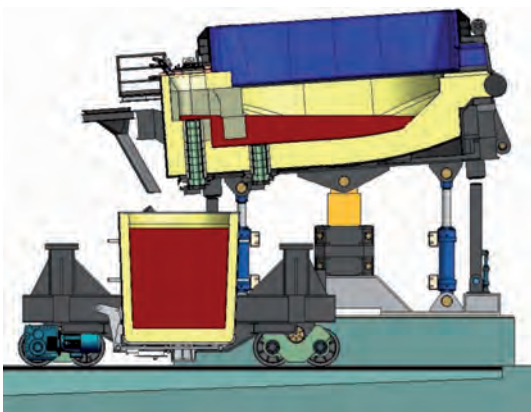


Рис. 6. Концепция выпуска стали – FAST (система бесшлакового выпуска стали)

Увеличение объема жидкого болота позволяет расплавлять лом в полностью спокойной ванне при минимальных скачках напряжения, а также повышает эффективность подогрева лома в шахте. В сочетании с системой сифонного выпуска стали FAST новая конструкция ДСП позволяет выполнять загрузку шихты, выпуск стали и подготовку выпускного отверстия под током, что ведет к повышению производительности при сокращении цикла плавки и практически постоянной работе печи под током. Более эффективная передача тепла от жидкого болота к подогреваемому лому, а также улучшенная однородность ванны достигаются за счет применения системы донного перемешивания аргоном.

Непрерывность подачи электроэнергии не только повышает производительность, но также играет значительную роль в снижении скачков напряжения в коммунальных электросетях. Профиль плавки с тремя партиями показан на рис. 5.

Дополнительным преимуществом такой конструкции корпуса печи является система бесшлакового выпуска стали, повышающая эффективность использования легирующих и десульфурации. Жидкая сталь постоянно находится выше канала выпускного отверстия, что предотвращает попадание шлака в сталь-ковш (рис. 6).

Минимум движений печи

Так, вся конструкция шахты находится в зафиксированном положении, выпуск стали и слив шлака осуществляются кантованием кожуха печи, установленного на опорной раме, с применением специальных цилиндров и направляющих. Корпус печи располагается на опорной раме с цилиндрами и направляющими, что позволяет наклонять печь в обоих направлениях для выпуска стали и слива шлака.

Портал с системой подъема электродов и держатели аргонной или кислородной фурм не кантуются, но откидываются для перепуска электродов и оперативной смены малого свода. При кантовании печи исключается большая нагрузка на опорные конструкции и подшипники, высоковольтные кабели и т. п., как это происходит в случае с обычными ДСП.

В целях техобслуживания простая концепция перемещения корпуса ДСП позволяет сократить движения и оптимизировать техобслуживание за счет быстрой смены корпуса печи. Сталевоз используется

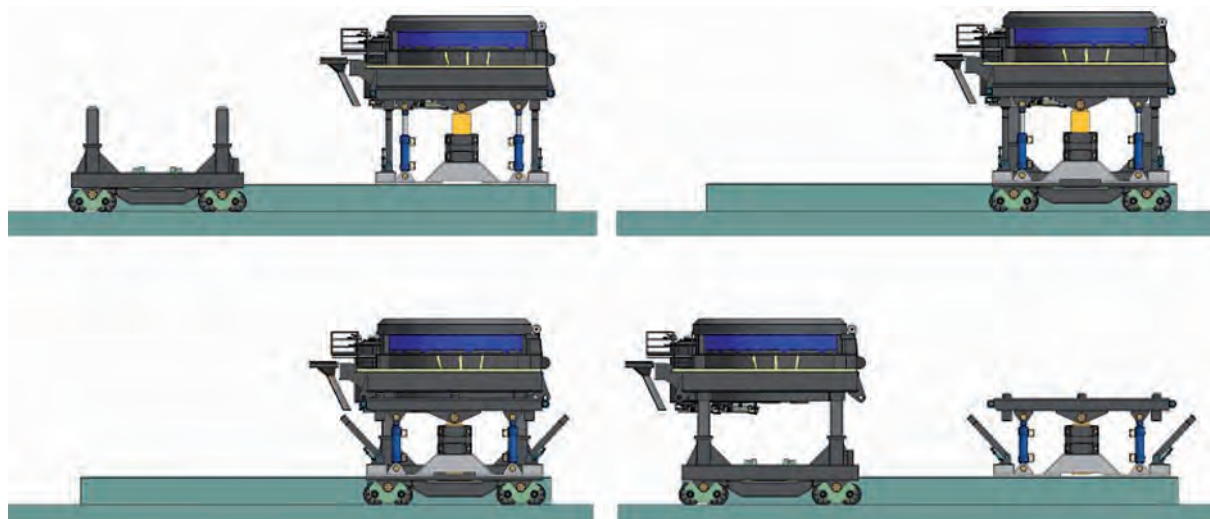


Рис. 7. Сталевоз и цикл смены корпуса

для выпуска стали и в качестве тележки для перемещения корпуса ДСП. Последовательность смены корпуса показана на рис. 7. Для того чтобы снять корпус с рамы, сталевоз помещается в позицию смены, непосредственной под печью. Далее корпус опускается с помощью системы цилиндров и направляющих. Помещенный на сталевоз корпус может свободно выкатываться из печного пролета для ремонта футеровки или замены на новый корпус.

Концепция очистки отходящих газов

Новый подход реализуется в комплексе с системой очистки отходящих газов с автоматизированной модификацией газовых потоков, максимальной герметичностью и специальным зонтом для улавливания пыли и газов в ходе завалки шихты (рис. 8, 9). Такая концепция обеспечивает соответствие природоохранным требованиям в будущем и позволяет уменьшить конструкцию системы улавливания неорганизованных выбросов под крышей цеха. Таким образом, появляется возможность значительно сократить объем системы газоочистки.

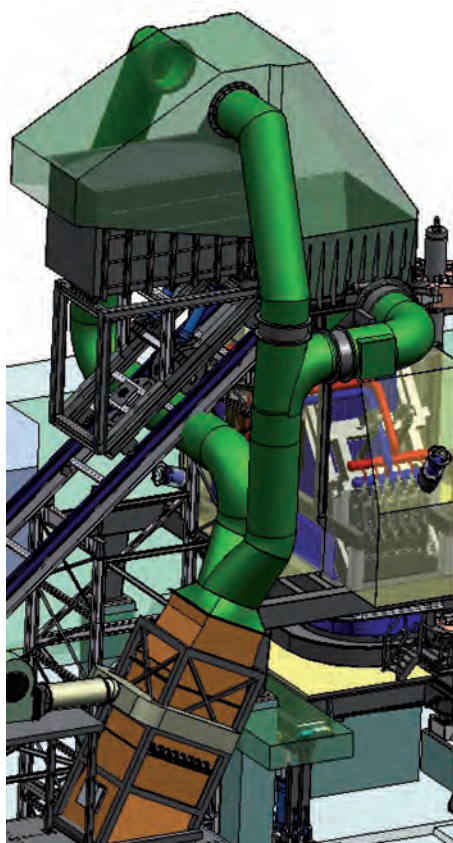


Рис. 8. Отвод отходящих газов из шахты



Рис. 9. Газоход отходящих газов с дожиганием и осадительной камерой

Расходные показатели

Основные технические данные и соответствующие показатели расхода приведены в таблице. ДСП Quantum является гибким решением, позволяющим плавить лом различной плотности при высокой производительности и низких затратах на передел.

Сравнение основных параметров и расходных показателей ДСП (включая дожигание отходящих газов)

Преимущество		Традиционная ДСП (42 мВт)	ДСП Quantum (42 MW)
Суммарный расход	кВтч / т	380	315 ●
Суммарный расход	Нм ³ / т	6*	0,5 * ●
Подпиточная вода	м ³ / т	2,5 ●	3,5
Углерод	кг / т	14 ●	17
Графитовые электроды	кг / т	1,5	0,9 ●
Кислород	Нм ³ / т	35	27 ●
Выход годного обций	%	89	91 ●
Производственная пыль	кг / т	20	12 ●
Цикл плавки	Мин.	66	52 ●

* Без дожигания

Экологичность

Большая часть энергопотерь в электросталеплавильном производстве обусловлена неэффективным использованием отходящих газов. Соответственно наиболее действенным способом сокращения таких потерь является рекуперация энергии из отходящих газов. Для этого в шахтных печах давно применяется идеальная методика, претерпевшая к настоящему времени значительные усовершенствования. Снижение потребления электроэнергии и расхода электродов ведут к сокращению выбросов CO₂ почти на 30%, что примерно равняется 65 тыс. т CO₂ при годовой производительности 1,3 млн т. Кроме того, высокий уровень автоматизации позволяет повысить безопасность на предприятии.

Выводы

ДСП Quantum имеет целый ряд преимуществ, среди которых: 1) увеличение производительности; 2) расход электроэнергии менее 280 кВт·ч/т; 3) цикл плавки 33 мин; 4) увеличение годового объема производства до 1,35 млн т при массе плавки 100 т; 5) завалка, выпуск стали и заполнение выпускного отверстия под током; 6) прямая рекуперация энергии благодаря подогреву 100% лома; 7) снижение мощности трансформатора в сравнении с традиционной ДСП; 8) оптимальное соответствие природоохранным требованиям благодаря инновационной конструкции системы улавливания и очистки отходящих газов; 9) максимальная производительность даже при слабых коммунальных электросетях благодаря снижению скачков напряжения за счет работы с полностью спокойной ванной; 10) снижение расхода электродов почти на 30%; 11) снижение затрат на передел на 20%; 12) сокращение выбросов парниковых газов на 30%.

Кроме того, возможно повышение безопасности с полной автоматизацией и исключением движений кранов, перемещающих грузы в печном пролете. Благодаря комплексной концепции и сокращению затрат на систему газоочистки, а также упразднению скрапных корзин и скрапных кранов инвестиционная привлекательность ДСП Quantum для производителей стали очевидна.

Предлагая ДСП Quantum, компания Primetals Technologies предлагает прагматичное решение, отвечающее требованиям энергоэффективности и рентабельности, повышению производительности и минимизации вредных выбросов. Вне зависимости от шихтового материала, будь то лом, жидкий чугун или железо прямого восстановления (DRI), ДСП Quantum обеспечивает высокую производительность электросталеплавильного производства при исключительно низких затратах на передел.

Сведения об авторах

Йенс Апфель (jens.apfel@primetals.com, +49 (7852) 41-421),
Мишель Хайн (michel.hein@primetals.com, +49 (7852) 41-244),
Ханс-Йорг Хубер (hansjoerg.huber@primetals.com, +49 (7852) 41-114),
Дениз Чатан (deniz.catan@primetals.com, +49 (7852) 41-431).

Information about the authors

Apfel, Jens (jens.apfel@primetals.com, +49 (7852) 41-421),
Hein, Michel (michel.hein@primetals.com, +49 (7852) 41-244),
Huber, Hans-Jörg (hansjoerg.huber@primetals.com, +49 (7852) 41-114),
Catan, Deniz (deniz.catan@primetals.com, +49 (7852) 41-431).