

лее половины производства алюминия произведено в Китае. Крупнейшими производителями и экспортерами алюминия являются Россия, Венесуэла, Бразилия, Норвегия, Канада, Австралия. Ведущие позиции в поставках алюминия на мировой рынок занимает Российская Федерация (ее доля в мировой торговле необработанным алюминием в 2014 году находилась на уровне 15,0 %). Основными импортерами необработанного алюминия являются США, Япония, страны Европы, а также Южная Корея. Так, на четыре страны (США, Япония, Германия и Южная Корея) приходится более 40,0 % от общего объема импорта алюминия в мире [1].

Цветная металлургия Республики Беларусь развита слабее, нежели черная. Данная область экономики представлена государственным объединением «Белвортмет» - предприятием, занимающимся заготовкой и вторичной переработкой цветных металлов на территории страны.

По данным Национального статистического комитета Республики Беларусь [2] в страну ежегодно импортируется около 64 000 т алюминия необработанного, 500 т алюминиевых сплавов, отходов и лома из алюминия, более 12 000 т алюминиевых прутков и профилей, около 43 000 т алюминиевой проволоки, а также около 61 000 т листов и ленты из алюминия.

Крупнейшим предприятием по производству алюминиевых профилей в Беларуси является СООО «Алюминтехно» [3], которое входит в группу компаний «Аллотех». Высокоэффективное передовое предприятия оснащено оборудованием ведущих производителей США, Германии, Италии, Великобритании, Канады и других стран. При этом ряд технологических процессов и элементов производственного заводского оборудования не имеет аналогов в СНГ.

В работе рассмотрены основные стадии производства алюминия (получение глинозема из алюминиевых руд, получение алюминия из глинозема, рафинирование алюминия), а также технологическое оборудование, используемое при производстве металлического алюминия на примере СООО «Алюминтехно» (газовая отражательная печь, поворотный миксер, разливающий стол и оборудование прессового производства).

#### **Список использованных источников**

1. Информация о результатах анализа состояния и развития отрасли цветной металлургии государств – членов Евразийского экономического союза. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [eurasiancommission.org/ru](http://eurasiancommission.org/ru). – Дата доступа: 15.02.2016.
2. Импорт металлов за полугодие 2015 г. [Электронный ресурс] – Режим доступа: [belstat.gov.by](http://belstat.gov.by). – Дата доступа: 15.02.2016.
3. Производственное предприятие СООО «АлюминТехно». [Электронный ресурс] – Режим доступа: [www.alutech-group.com](http://www.alutech-group.com). – Дата доступа: 15.02.2016.

УДК 669.1

#### **Модернизация нагревательных печей**

Студент гр. 10405412 Радкевич С.М.  
Научный руководитель – Румянцева Г.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Повышение энергоэффективности нагревательных и термических печей машиностроительного и металлургического производства являются одним из приоритетов модернизации промышленного комплекса Республики Беларусь, в котором сегодня функционирует около 2000 печей разной конструкции.

В работе рассмотрен опыт реконструкции печного парка, накопленный специалистами Украины и России к настоящему времени. Несмотря на достаточное количество опублико-

ванных работ по этой тематике, можно выделить следующие основные направления, которые актуальны, в том числе для белорусского машиностроения за счет частичной реконструкции печного парка (например, [1, 2]):

– **установка систем управления для существующих газогорелочных систем.** Это позволяет в рамках имеющихся возможностей автоматизировать процесс тепловой обработки – поддерживать постоянство соотношения газ – воздух, управлять давлением в печи и, конечно, иметь основные аварийные блокировки. При необходимости заменяются первичные датчики и исполнительные механизмы. Следует учитывать, что это не приводит к большому росту энергоэффективности печи;

– **установка канала регулирования давления в печи.** Достаточно недорогое мероприятие, которое позволяет поддерживать минимально необходимое давление в печи. Это улучшает расходные характеристики и позволяет избежать тепловых прострелов на внешние элементы, которые часто являются причиной выхода из строя всего агрегата;

– **замена теплоизолирующих элементов всей установки либо только свода на волокнистые теплоизоляционные системы.** Это мероприятие, существенно повышающее энергоэффективность печи и увеличивающее время эксплуатации между ремонтами. Плотность стандартных кирпичных огнеупоров составляет 1300 – 2100 кг/м<sup>3</sup>, а плотность волокнистых материалов – 120 – 200 кг/м<sup>3</sup>. Применение этих материалов позволяет снизить потери тепла теплопроводностью через футеровку и с аккумуляцией на 25 – 30 %, что обеспечивает экономию топлива до 15 %;

– **замена газогорелочной системы и системы управления печью.** Это во многих случаях позволяет расширить и улучшить технологические возможности оборудования и может быть рекомендовано для предприятий, где именно требования технологии и качества тепловой обработки сегодня являются основным вопросом. Качественное сжигание газа при интенсификации теплообмена в рабочем пространстве печей способно повысить производительность и равномерность нагрева металла. Интенсификация теплообмена возможна, прежде всего, за счет увеличения скорости движения газов в рабочем пространстве печей. Существующие устаревшие горелки обеспечивают скорости факелов 20 – 40 м/с. Новые конструкции скоростных горелок создают скорости порядка 150 – 200 м/с. Современные скоростные горелки являются автоматизированными конструкциями с индивидуальным управлением розжигом, контролем пламени и расходом газа и воздуха. Эти конструкции горелок могут оснащаться теплообменными аппаратами, встроенными непосредственно в корпус горелки, что позволяет поднять температуру подогрева воздуха горения до 600 – 900 °С. Практика применения таких горелок показала возможность экономии топлива от 30 до 50 %, с одновременным увеличением производительности печей на 20 % и снижением вредных выбросов ниже самых жестких норм предельно-допустимых концентраций;

– **установка рекуператоров и оснащение существующих печей рекуперативными системами.** Это мероприятие дает достаточно большой экономический эффект. При этом применение для утилизации теплоты печных газов малогабаритных, в частности, шариковых регенераторов представляет собой наиболее перспективное направление в развитии конструкций нагревательных печей. Шариковые регенераторы возвращают в печь 85 – 90% теплоты уходящих из печи газов. Температура подогрева воздуха примерно на 100<sup>0</sup>С ниже температуры дыма на выходе из печи, при этом расход топлива на печь сокращается в 1,5 – 2 раза;

– внедрение комплексной многоуровневой системы автоматического управления тепловыми режимами печей с использованием логических контроллеров обеспечивает полное

устранение «человеческого фактора» в управлении тепловым агрегатом. Это позволяет дополнительно экономить до 10 – 15 % топлива.

#### Список использованных источников

1. Реконструкция печного парка: реальный путь снижения энергопотребления – достойный выход из кризисной ситуации. [Электронный ресурс]. – Режим доступа **Ошибка! Недопустимый объект гиперссылки..** – Дата доступа: 19.02.2016.

2. Энергосбережение в термическом оборудовании. [Электронный ресурс]. – Режим доступа <http://www.rusmet.ru>. – Дата доступа: 19.02.2016.

УДК 621.74

#### Экологические проблемы литейного производства

Студентка гр. 10405312 Суханос Е.Н.  
Научный руководитель – Трусова И.А.  
Белорусский национальный технический университет  
г. Минск

Во всем мире основой развития экономики является машиностроение, в продукции которого литейные детали составляют около 40%, а в некоторых видах машин до 70 – 80% их веса. При этом, как отмечено в работе [1], литейное производство влияет на экономику более значительно, чем другие отрасли, что приводит к необходимости в сложившихся экономических условиях начинать модернизацию не с обрабатывающих мощностей, а с обновления литейного производства, как базового. Такой путь прошли предприятия Турции, Польши, Китая, Бразилии, Болгарии, обеспечившие бурный рост экспорта отливок за последние годы.

В промышленности Республики Беларусь в настоящее время функционирует более 100 литейных участков и цехов. Как известно, производственные мощности формировались в основном в 60 – 70 годы прошлого века и в большинстве своем не отвечают современным требованиям по качеству получаемых литых изделий и нормам технической и экологической безопасности (выделение в воздух вредных веществ; повышенные запыленность и температура воздуха рабочей зоны; температура поверхностей оборудования, уровень шума и вибрации на рабочих местах и др.). Основные производственные фонды литейных цехов устарели: средний возраст оборудования более 25 лет, а зданий и сооружений более 50. Доля объемов литья, производимого с использованием современных технологий, составляет только около 23% [2].

При производстве 1 т отливок из стали и чугуна выделяется около 50 кг пыли, 250 кг оксидов углерода, 1,5 – 2 кг оксидов серы и азота и до 1,5 кг других вредных веществ (фенола, формальдегида, ароматических углеводородов, аммиака, цианидов).

Среди основных путей модернизации литейного производства следует выделить приоритетные инновационные технологии в литейном производстве, отвечающие современным требованиям и нашедшие практическое использование на заводах и в реальной экономике.

Другим мощным ресурсом модернизации является реализация стратегии энергоэффективности и энергосбережения. Так, например, в работе [1] отмечено, что по уровню производительности труда, например, Россия отстает от США и Евросоюза в 4 раза. Ресурсоёмкость продукции и технологий в основных отраслях промышленности в среднем выше в 3-7 раз, а энергоёмкость почти в 3 раза. Аналогичная ситуация в целом отмечается и на белорусских предприятиях.

К технологическим мероприятиям по модернизации литейного производства могут быть отнесены: