

**УДК 669.187:504**

В.А. БОТШТЕЙН, первый заместитель генерального директора, **А.А. ТИЩЕНКО**, главный инженер проекта, **К.В. КАЛЕНИЧЕНКО**, главный инженер проекта, **Д.В. ДЕНИСЕНКО**, главный инженер проекта
Государственное предприятие «Украинский научно-технический центр металлургической промышленности «Энергосталь» (ГП «УкрНТЦ «Энергосталь»), г. Харьков

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРИ РЕКОНСТРУКЦИИ ЭЛЕКТРОСТАЛЕПЛАВИЛЬНОГО ПРОИЗВОДСТВА АО «ДЭМЗ»

Рассмотрены вопросы реконструкции электросталеплавильного цеха с целью увеличения его производительности. Определены рациональные пути сокращения выбросов вредных веществ в атмосферу. Показано, что реализация современных технических решений при реконструкции завода, находящегося в черте большого города, способна не только увеличить производительность агрегатов, но и решить экологические проблемы региона.

Ключевые слова: реконструкция, электросталеплавильный цех, производительность, непрерывная разливка стали, сортамент, вредные выбросы, предельно допустимые концентрации.

АО (частное) «Донецкий электрометаллургический завод» (ДЭМЗ), ранее ЗАО «ММЗ «ИСТИЛ (Украина)», – современное предприятие, построенное по принципу мини-завода с неполным металлургическим циклом. Его производственные мощности позволяют выплавлять до 1 млн т жидкой стали в год.

ДЭМЗ создан в 1999 г. на базе электросталеплавильного, копрового и обжимного цехов Донецкого металлургического завода (ДМЗ) и находится в пределах городской черты. (Генеральный проектировщик ДМЗ, ЗАО «ММЗ «ИСТИЛ» и ДЭМЗ – ГП «УкрНТЦ «Энергосталь».) Предприятие располагает высоковольтными линиями электроснабжения, газопроводами природного газа, водопроводами, сетью железных и автомобильных дорог, высококвалифицированной рабочей силой.

В его цехах (рис. 1) производят непрерывно-литые заготовки – квадратную для переката и трубную, горячекатаный круглый прокат из углеродистых, конструкционных и легированных марок стали, в т.ч. термообработанных, а также котельные, подшипниковые, инструментальные, пружинные и нержавеющей стали.

ДЭМЗ – одно из немногих металлургических предприятий в СНГ, которые производят термоулучшенный прокат. Завод выпускает в основном дорогие, качественные марки стали и является экспортно-ориентированным: его продукция сегодня востребована в США и странах Западной Европы. Доля поставок на украинский рынок в 2012 г. не превышала 10 % от общего объема выплавляемой стали, однако в перспективе возможен рост этого показателя.

Для решения основной задачи предприятия – производства высококачественной продукции – завод реализует соответствующую программу модернизации (рис. 2).

Комплекс электросталеплавильного цеха (ЭСЦ) с двумя дуговыми сталеплавильными печами ДСП-100 НЗА, введенный в эксплуатацию в 1978–1979 гг., был рассчитан на выпуск 460 тыс. т стали в год. После реконструкции и модернизации этого комплекса в 1999–2000 гг. введены в действие: 6-ручьевая радиальная машина непрерывного литья заготовок (МНЛЗ) квадратного и круглого сечения, которая способна производить до 1,1 млн т заготовок в год; установка «печь-ковш» (УПК) № 1; ДСП № 2 емкостью 120 т с системой DANARC и газоочисткой; камерный вакууматор (данное оборудование – производства итальянской фирмы Danieli). В 1999 г. проведена реконструкция ДСП № 1, позволившая интенсифицировать процесс плавки. Предусмотрена также подача шлакообразующих и углеродсодержащих материалов через пятое отверстие в своде печи. Футеровка печи переработана под сифонный бесшлаковый выпуск металла.

Вся сталь перед разливкой на МНЛЗ и в слитки проходит внепечную обработку, что обеспечивает получение продукции необходимого марочного сортамента и качества. Технологический процесс выплавки, внепечной обработки и разливки стали сопровождается контролем геометрических размеров, химического состава и кристаллического строения непрерывно-литых заготовок.

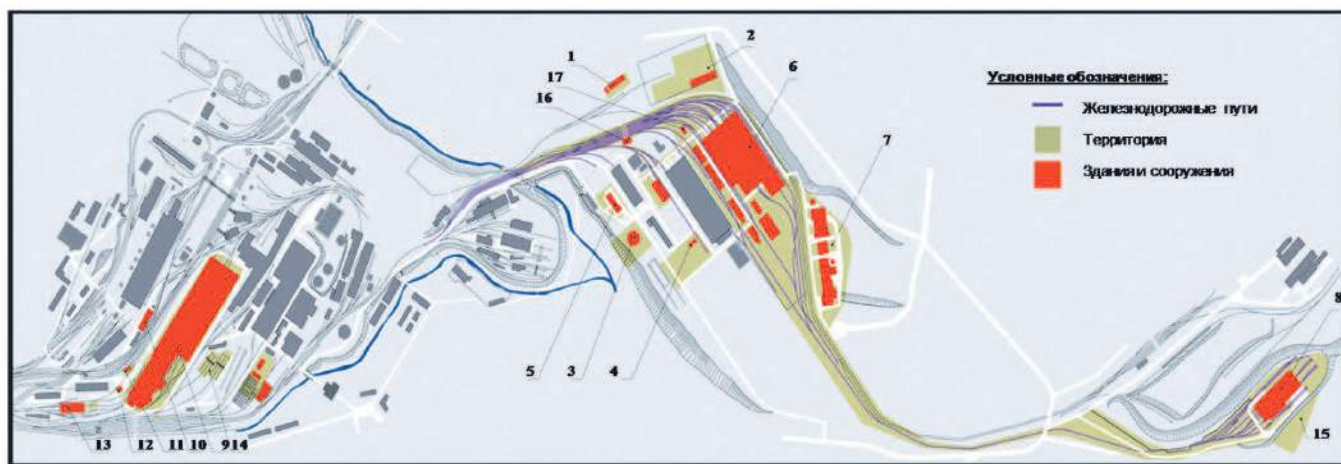


Рисунок 1 – Территориальное расположение АО (частное) «ДЭМЗ»:

1 – центральный заводской склад; 2 – закрытое распределительное устройство 35 кВ; 3, 4, 5 – градирня; 6 – электросталеплавильный цех; 7 – цех разделения воздуха; 8 – копровый цех; 9 – обжимной цех; 10 – административно-бытовой комплекс № 1 обжимного цеха; 11 – административно-бытовой комплекс № 2 обжимного цеха; 12 – градирня; 13 – стрипперное отделение; 14 – площадка складирования; 15 – площадка складирования металлолома; 16 – железнодорожный цех; 17 – парогенераторная котельная



Рисунок 2 – Технологическая схема производства АО (частное) «ДЭМЗ»:

1 – поступление лома в ж/д вагонах; 2 – система радиационного контроля «КАРДОН»; 3 – порезка на ножницах AKROS; 4 – огневая резка; 5 – мостовые краны; 6 – погрузчик FUCHS; 7 – взвешивание лома; 8 – площадка для складирования лома; 9 – загрузка лома ДСП-120 DANARC; 10 – ДСП-120 DANARC: а – МНЛЗ; б – осмотр заготовок; в – упаковка; г – отгрузка потребителю; д – печь отжига слитков; е – отгрузка потребителю; 11 – печь-ковш; 12 – вакууматор; 13 – разливка на состав; 14 – стрипперное отделение; 15 – нагревательные колодцы; 16 – стан 950/900; 17 – тоннельная печь; 18 – замедленное охлаждение; 19 – правильная машина; 20 – УЗК; 21 – обдирочный станок; 22 – осмотр заготовок; 23 – закально-отпускной агрегат; 24 – обдирочный станок; 25 – УЗК; 26 – упаковка; 27 – отгрузка потребителю

Получаемая на МНЛЗ литая заготовка по точности профиля, размерам и степени кривизны соответствует действующему в Украине и странах СНГ стандарту [1] и техническим условиям [2–4]. Марочный сортамент включает в себя: сталь углеродистую обыкновенного качества [5], углеродистую качественную конструкционную [6], марганцовистую 25Г2 [7].

Таким образом, комплекс современного оборудования ДСП с системой DANARC, УПК № 1, вакууматором и

МНЛЗ уже сегодня способен обеспечить высокое качество продукции, отвечающее всем требованиям отечественных и зарубежных стандартов.

Осуществление ряда мероприятий по модернизации оборудования и увеличению пропускной способности всех участков, отделений, пролетов, начиная от подачи сырья и заканчивая отгрузкой готовой продукции, позволит увеличить производительность ЭСПЦ с разливкой стали на МНЛЗ до 1,5 млн т в год и улучшить ка-

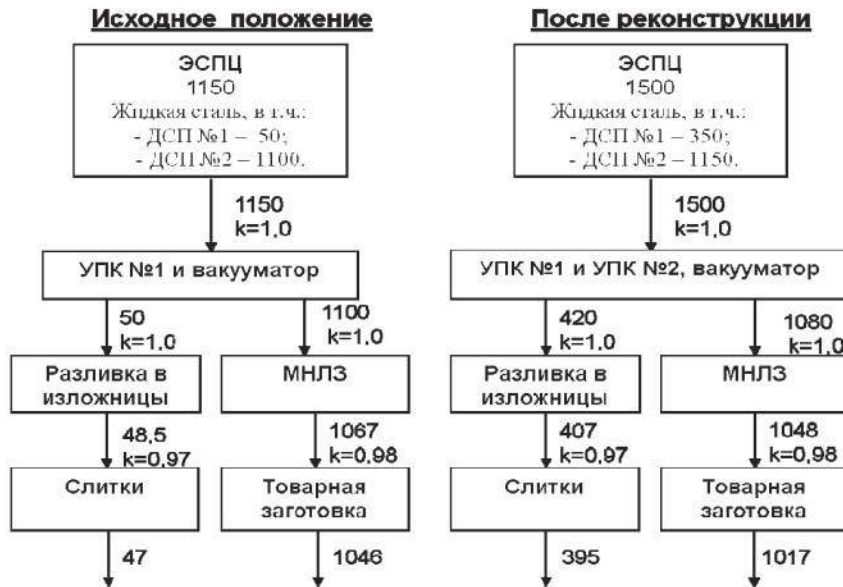


Рисунок 3 – Балансовая схема движения металла по ЭСПЦ в АО (частное) «ДЭМЗ», тыс. т в год

чество непрерывно-литых заготовок и слитков. При этом произойдет сокращение выбросов вредных веществ в атмосферу в районе завода.

МЕРОПРИЯТИЯ ПО РЕКОНСТРУКЦИИ ЭСПЦ

Основные цели реконструкции электросталеплавильного цеха в условиях действующего производства – увеличение объема выпуска стали с полным переходом на непрерывную разливку, расширение сортамента проката и снижение себестоимости продукции.

При реконструкции ЭСПЦ АО (частное) «ДЭМЗ» планируется установить новое оборудование (рис. 3), в т.ч. дополнительный агрегат «печь-ковш» № 2, чтобы иметь возможность выпускать 1048 тыс. т товарной литой заготовки и 407 тыс. т слитков для стана 950/900. В перспективе в пятом пролете существующего ЭСПЦ намечено строительство мелкосортного стана с выдачей прокатного металла в шестой пролет, часть которого будет использоваться в качестве склада готовой продукции.

После реализации этих планов размерный и марочный сортамент разливаемой стали составит: □125x125 мм – 30 % и □150x150 мм – 70 % от общего объема выплавки (бесстопорная разливка); углеродистые стали – 70 %; марганцовистые стали – 30 %. Указанные марки сталей будут производиться в соответствии со стандартами [5, 6, 8], а их аналоги – по стандартам зарубежных стран. Вакуумированию подлежат 5 % стали от общего объема выплавки.

Мелкосортный прокатный стан рассчитан на выпуск 500 тыс. т/год прокатной продукции и предназначен для производства следующего сортамента профилей:

- прокат арматурный для железобетонных конструкций;
 - прокат стальной горячекатаный круглый;
 - уголки стальные горячекатаные равнополочные.
- Предполагаемый марочный сортамент прокатываемых сталей:
- углеродистая обыкновенного качества [5];
 - качественная конструкционная [6];
 - марганцовистая [9].

Прокатная продукция должна отвечать требованиям стандарта [8].

Технологический процесс разливки стали на МНЛЗ начинается с подготовки машины к разливке и осуществляется сериями «плавка на плавку» (всего до 40 плавки). После разливки на МНЛЗ шлак из сталеразливочного ковша сливается в шлаковые чаши и вывозится из разливочного пролета железнодорожным транспортом на шлаковозах. Затем товарная часть заготовок поступает на реализацию, а оставшая – передается на прокатный стан. В качестве исходной на стане используется непрерывно-литая заготовка сечением □125x125 мм и длиной 9000 мм.

В связи со стесненными условиями пролетов и организацией подачи литой заготовки без ее поворота на 90° принято решение расположить нагревательную печь вдоль шестого пролета. При этом из окна выдачи нагретая заготовка направляется в пятый пролет к черновой группе стана, расположенной поперек станочного пролета.

Температура нагрева заготовок 1180–1250 °С. Предусматривается использование двух видов всада: «холодного» – когда температура заготовки соответствует температуре окружающей среды – и «горячего», когда

заготовки поступают непосредственно с МНЛЗ с температурой ~800 °С. Максимальная производительность нагревательной печи составляет 100 т/час.

Автоматизированная система управления (АСУ) станом осуществляет контроль за перемещением каждого профиля в ходе нагрева, прокатки, охлаждения и уборки, точно и своевременно передавая производственные данные операторам для обеспечения плавной работы всего стана. Применение лазерной системы контроля профиля раската, выходящего из чистовой клетки, позволяет автоматизировать всю технологическую цепочку прокатки на стане и вывести АСУ на второй уровень. Этому будет способствовать и полная автоматизация работ на участке отделки проката.

Стан состоит из трех непрерывных групп клеток – черновой, предчистой и чистой. В состав каждой группы входят шесть клеток дуо с вертикальным и горизонтальным расположением валков. Прокатка во всех группах стана производится в непрерывном режиме, причем без кантовки раската. Данным процессом управляет система автоматизации второго класса.

После прокатки в черновой группе ось прокатки поворачивается на 90°, что обеспечивается обводным аппаратом и соответствующей калибровкой валков. Пройдя обводной аппарат, раскат проходит через ножницы горячей резки, на которых производится обрезка его переднего конца, и поступает в предчистовую группу клеток, после которой тоже установлены ножницы для обрезки переднего конца и аварийной порезки раската. Пройдя через эти ножницы, раскат попадает в чистовую группу клеток, где и завершается прокатка заготовки (со скоростью до 12,5 м/с) и получение товарной продукции.

Контроль размеров готового проката осуществляется в автоматическом режиме измерителем проката, который находится за чистой клетью. Далее расположена установка термического упрочнения проката. При производстве проката, не требующего термического упрочнения, на линию прокатки путем перемещения подвижной платформы выводится секция рольганга.

За установкой термического упрочнения расположено оборудование отделки: летучие ножницы, реечный холодильник, роликотправильная машина, ножницы холодной резки, стеллаж для формирования пачек, вязальные машины для обвязки готовой продукции и отгрузочный стеллаж.

РЕШЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ ПРЕДПРИЯТИЯ И ПРИЛЕГАЮЩИХ ТЕРРИТОРИЙ

Для защиты окружающей природной среды при реконструкции ЭСПЦ предусмотрено осуществление ряда

мероприятий, направленных на охрану атмосферного воздуха от загрязнений, охрану и рациональное использование водных ресурсов, утилизацию отходов производства. В частности, для уменьшения выбросов в атмосферу намечены следующие мероприятия:

1. Реконструкция систем газоочистки и аспирации для снижения организованных и неорганизованных выбросов от электропечей ДСП № 1, ДСП № 2 и установок «печь-ковш» № 1 и № 2, включающая:

- реконструкцию газоочистки электропечи ДСП № 1 с заменой двух электрофильтров на рукавные фильтры, что обеспечит концентрацию пыли на уровне не более 15 мг/м³, а также увеличение производительности системы газоудаления и газоочистки до 1300 тыс. м³/час, включая увеличение объема отсоса от крышного зонта;
- оптимизацию подключений аспирационных систем газоочисток ДСП № 1 и ДСП № 2 для равномерного распределения нагрузки на газоочистку и повышения эффективности их работы;
- реконструкцию крышного зонта ДСП № 2 с увеличением объема зонта с 5000 м³ до 11300 м³, что позволит существенно повысить эффективность улавливания неорганизованных выбросов печи.

2. Использование в производстве качественного металлического лома, не имеющего замасленных элементов, стружки и удовлетворяющего требованиям по нормативному содержанию неметаллических включений и примесей цветных металлов.

3. Создание аспирационных систем в местах пере сыпок с возможностью отвода уловленной пылевоздушной смеси на газоочистку.

4. Переход на непрерывную разливку стали (это позволит сократить выбросы в несколько раз по сравнению с разливкой в слитки).

5. Доставка на предприятие пылящих материалов в затаренном виде, исключаящем пыление при транспортировке и разгрузке.

6. Реконструкция систем газоочистки и аспирации отделения подготовки сыпучих материалов с увеличением производительности этих систем.

7. Строительство высокоэффективных газоочисток с использованием рукавных фильтров и аспирационных систем в отделении брикетирования железосодержащих отходов.

Реализация намеченных мероприятий по защите атмосферы позволит исключить представляющие экологическую опасность аварийные и залповые выбросы в атмосферу и обеспечить соблюдение норм предельно допустимых концентраций вредных веществ, которые будут составлять:



На границе санитарно-защитной зоны:

- по веществам в виде суспендированных твердых частиц 0,134 ПДК;
- по углероду окиси <0,1 ПДК;
- по ангидриду сернистому <0,1 ПДК;
- по азоту двуокиси 0,179 ПДК.

В селитебной зоне:

- по веществам в виде суспендированных твердых частиц 0,135 ПДК;
- по углероду окиси <0,1 ПДК;
- по ангидриду сернистому <0,1 ПДК;
- по азоту двуокиси 0,158 ПДК.

Валовые выбросы в атмосферу составят:

- по пыли 346,0 т/год;
- по углероду окиси 1217 т/год;
- по ангидриду сернистому 3,0 т/год;
- по NO_x в пересчете на NO_2 453,75 т/год.

Для решения проблем охраны и рационального использования водных ресурсов предусматривается организация производственного водоснабжения по оборотным схемам без сбросов во внешние водоемы. Техническая вода расходуется на охлаждение элементов УПК № 2 и на объектах вспомогательных производств (компрессорная станция, котельная, отделение брикетирования железосодержащих отходов).

Расход охлаждающей воды на УПК № 2 составляет 223 м³/час. Исходя из требований к качеству воды (подается частично обессоленная вода, которая на выходе должна иметь температуру не выше 35 °С), водоснабжение УПК № 2 организовано по двухконтурной схеме с закрытым бесконтактным оборотным циклом.

С целью минимизации капитальных затрат на реконструкцию рассмотрено два варианта водоснабжения УПК № 1, ДСП № 1 и ДСП № 2:

- 1) охлаждение коротких сетей водой улучшенного качества, остальных элементов – условно-чистой водой;
- 2) охлаждение всех элементов печей, в т.ч. коротких сетей, по существующей схеме условно-чистой водой.

Первый вариант предусматривает реконструкцию недействующего закрытого бесконтактного оборотного цикла, размещенного в отдельно стоящем здании, второй вариант – водоснабжение коротких сетей условно-чистой водой по существующей схеме без дополнительных мероприятий.

Организация оборотных циклов водоснабжения комплекса полного развития электросталеплавильного производства предусмотрена с использованием существующего оборотного цикла условно-чистой воды ЭСПЦ.

Запланированы сбор и отвод масла: собранное с поверхности воды масло направляется в колодец в специальную емкость и периодически, по мере ее заполнения, отвозится на утилизацию.

В отделении брикетирования вода расходуется на охлаждение подшипников вентиляторов сушил и приготовление водного раствора лигносульфоната. Предусмотрен локальный открытый бесконтактный цикл оборотного водоснабжения. Заполнение системы и подпитка питьевой водой производятся от существующих сетей.

Для приема дождевых вод с кровель и поверхностей зданий предусмотрено устройство дождеприемников, из которых вода поступает в существующую заводскую сеть дождевой канализации.

Отходы сталеплавильного производства утилизируются следующим образом:

- обрезь МНЛЗ передается в шихтовые пролеты для повторного использования в процессе выплавки стали;
- окалина заготовок МНЛЗ идет на изготовление окатышей;
- шлак сталеплавильного производства и бой огнеупоров передаются ЗАО «Донецксталь-МЗ»;
- пыль газоочистных и аспирационных установок, а также окалина заготовок МНЛЗ используются для брикетирования и вводятся в шихту для выплавки стали.

Согласно проекту, размещение объектов должно происходить с учетом рациональной компоновки и минимальной площади застройки. Предусмотрены мероприятия по организации территории санитарно-защитной зоны (общей площадью 21 га) со стороны селитебной зоны и ее озеленению на площади 52500 м².

Выполненная оценка предлагаемых к реализации технических мероприятий по реконструкции электросталеплавильного производства ДЭМЗ показала отсутствие негативных влияний на живые организмы.

ВЫВОДЫ

1. Реализация разработанных технических решений с полным переходом на непрерывную разливку стали и установкой дополнительного агрегата «печь-ковш» № 2, а также строительство мелкосортного стана позволит увеличить объем производства стали в АО (частное) «ДЭМЗ» до 1,5 млн т в год.

2. Предлагаемый комплекс мероприятий по расширению марочного и размерного сортамента, снижению расходных коэффициентов и затрат на единицу продукции позволит снизить себестоимость продукции и повысить ее конкурентоспособность.

3. Внедрение эффективных технических решений по уменьшению выбросов в атмосферу, сбросов в водоемы

и утилизации отходов позволит предприятию, находящемуся в черте города, существенно увеличить производство стали, уменьшив при этом негативное воздействие на окружающую природную среду.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. **ДСТУ 4746:2007 (ГОСТ 2591–2006)**. Прокат сортовой стальной горячекатаный квадратный. Сортамент. – Введ. 2009–01–01. – К. : Держспоживстандарт, 2009. – 24 с.
2. **ТУ У 14-2-1221–98**. Заготовка квадратная горячекатаная из непрерывнолитой стали. Технические требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.dmkd.dp.ua/system/files/goryachekatanaya_kvadratnaya_zagotovka_3.pdf.
3. **ТУ У 14-2-1222–98**. Заготовка прямоугольная из непрерывнолитой стали. Технические требования [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.dmkd.dp.ua/system/files/nepreryvnolitaya_zagotovka_0.pdf.
4. **ТУ У 27.1-26524137-1368:2008**. Непрерывнолитая квадратная заготовка [Электронный ресурс]. – Режим доступа : http://www.dmkd.dp.ua/system/files/nepreryvnolitaya_zagotovka_0.pdf.
5. **ДСТУ 2651:2005 (ГОСТ 380–2005)**. Сталь углеродистая обыкновенного качества. Марки. – Введ. 2008–01–01. – К. : Держстандарт, 2008. – 20 с.
6. **ГОСТ 1050–88**. Прокат сортовой, калиброванный, со специальной отделкой поверхности из углеродистой качественной конструкционной стали. Общие технические условия. – Введ. 1991–01–01. – М. : Изд-во стандартов, 1996. – 30 с.
7. **ТУ У 27.1-4-531–2002**. Прокат горячекатаный и холоднокатаный из конструкционной легированной высококачественной стали для высокопрочных сварных цепей.
8. **ГОСТ 19281–89**. Прокат из стали повышенной прочности. Общие технические условия. – Введ. 1991–01–01. – М. : Госстандарт СССР, 1991. – 13 с.
9. **ГОСТ 4543–71**. Прокат из легированной конструкционной стали. Технические условия. – Введ. 1973–01–01. – М. : Госстандарт СССР, 1973. – 41 с.

Поступила в редакцию 08.01.2013

Розглянуто питання реконструкції електросталеплавильного цеху з метою збільшення його виробництва. Визначено раціональні шляхи скорочення викидів шкідливих речовин в атмосферу. Показано, що реалізація сучасних технічних рішень при реконструкції заводу, який розташований у межах великого міста, здатна не тільки збільшити виробництво агрегатів, але й вирішити екологічні проблеми регіону.

Questions concerning reconstruction of arc-furnace shop with purpose to increase its capacity are considered. Efficient ways for reducing harmful emissions into atmosphere were determined. It is shown that implementation of contemporary technical solutions for reconstruction of the plant, located within the precincts of big city, enables both increasing performance of units and solving environmental problems of the region.