

## Анализ энергетического потенциала территории для предприятия металлургической отрасли промышленности

*В.Д. Чистякова, О.Н. Парамонова*

*Донской государственный технический университет, Ростов-на-Дону*

**Аннотация:** В статье рассматривается подбор и оценка энергосберегающих технологий для металлургического производства на основе анализа энергетического потенциала территории. Альтернативные источники энергии, каковыми являются обычные природные явления, неисчерпаемые ресурсы, вырабатывают энергию естественным образом. Такая энергия ещё называется регенеративной или «зеленой». «Зеленая» энергия территории оценена в статье за счет проведения оценки климатических характеристик, ландшафта, уровня застройки территории расположения объекта исследования с целью возможности использования солнечной и ветровой энергии, гидроэнергетики, энергии отходов, низкопотенциальной энергетики, а также использования вторичных энергетических ресурсов. Предложена инженерная система, основанная на использовании рекуперативных теплообменников или экономайзеров, которая преобразовывает теплоту уходящих газов от электросталеплавильного производства в энергию, используемую для отопления или горячего водоснабжения.

**Ключевые слова:** металлургическая промышленность, электросталеплавильное производство, альтернативная энергетика, энергосбережение, инженерные системы, низкопотенциальная энергетика, вторичные энергетические ресурсы, теплота уходящих газов, рекуперативные теплообменники, экономайзер.

### Введение

В настоящее время индустрия во всем мире развивается с огромной скоростью, следовательно, растет потребление традиционных энергетических ресурсов, таких, как уголь, нефть, газ, урановая руда, которые имеют свойство истощаться. Поэтому во многих странах наблюдается достаточно активное применение источников альтернативной энергетики.

Отечественная металлургическая отрасль является одной из самых энергозатратных. Такие агрегаты, как дуговая сталеплавильная печь, печь-ковш, машина непрерывного литья заготовок вместе расходуют 875 кВт·ч/т электроэнергии. Это способствует увеличению как стоимости продукции, так и электроэнергии, используемой для промышленности, а некоторые заводы,

---

например, по производству алюминия в Словакии, и вовсе вынуждены были закрыться, оказавшись экономически нецелесообразными.

В некоторых отраслях заменой традиционной энергетики может служить разнообразие возобновляемых источников энергии: солнечная энергия, энергия ветра, гидроэнергия, геотермальная энергия, биомассы [1]. Хотя чаще всего на практике наблюдается применение энергии из традиционных источников, дополненное «зеленой» энергией.

Выбор того или иного источника энергии зависит от климатических характеристик области исследования, от ландшафта и уклона местности, от общей урбанизации территорий и материальных потоков технологического процесса.

Таким образом, инженерные системы энергообеспечения за счет альтернативных источников энергии позволят не только сократить расход электроэнергии, но и сохранить окружающую среду с ее богатством полезных ископаемых [2].

Объектом исследования с целью оценки возможности применения «зеленой» энергии для удовлетворения нужд энергоснабжения выступает публичное акционерное общество «Таганрогский металлургический завод». Промышленная зона ПАО «ТАГМЕТ» занимает площадь более 2 км<sup>2</sup>, на которой расположено 15 различных цехов. Каждый из них имеет значительное количество энергопотребляемого оборудования. Из-за этого в системе электроснабжения могут происходить сбои, несмотря на внедренные подстанции производства, что негативно может отразиться на качестве жизни населения в исследуемом районе города Таганрог.

Ландшафт местности преимущественно антропогенный, то есть создан в ходе целенаправленной человеческой деятельности. Местность является равнинной, уклон составляет не более 1 градуса.

Для более точного изучения, авторами проведена оценка климатических параметров города, основанная на данных нормативного документа СП 131.13330.2020 «СНиП 23-01-99\* Строительная климатология».

Температурный режим и сведения о средней температуре по месяцам согласно представлены в таблице 1.

Таблица №1

Амплитуда температуры средняя по месяцам (верхнее значение),  
максимальная по месяцам (нижнее значение)

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Средняя температура, °С	5,2	5,9	6,4	8,0	8,6	8,9	9,4	9,6	9,1	7,3	5,2	4,7
	25,4	16,8	17,0	17,3	15,0	16,7	15,5	15,8	15,1	16,3	14,1	18,7

Среднее количество осадков за год составляет 522 мм, максимальное 750 мм, минимальное 300 мм. Относительная влажность воздуха имеет наибольшее значение 91%.

Ветровой режим за зимний и летний периоды представлены на рис. 1.

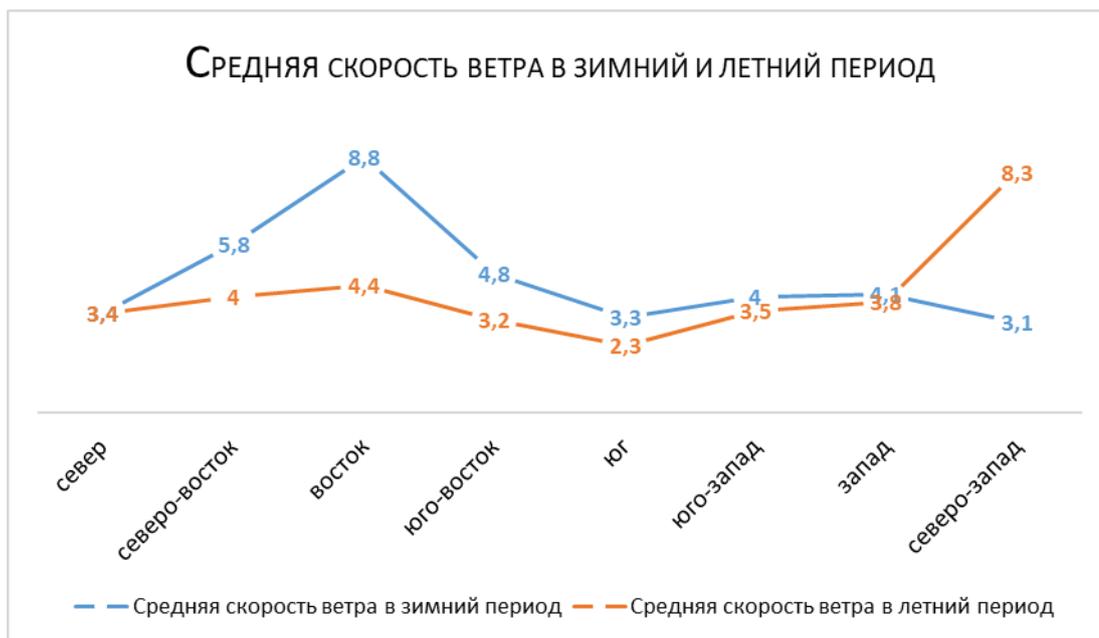


Рис. 1. – Ветровой режим за зимний и летний периоды

Среднее число дней с туманами составляет от 30 до 55 дней. Наиболее число дней наблюдается с октябрь по апрель.

По своим климатическим и ландшафтным характеристикам, территория расположения ПАО «Таганрогский металлургический завод» подходит для размещения агрегатов, использующих солнечную энергию в качестве альтернативного источника.оборот продукции на предприятии имеет высокие значения, следовательно, поступление энергии должно содержать непрерывный характер во время всего производственного процесса. В осенний период число солнечных дней значительно уменьшается, что не может гарантировать выполнение ранее упомянутого условия.

Из-за антропогенного ландшафта и плотной застройки по периметру города применение ветровой энергетики нецелесообразно из-за масштабов оборудования для последующего внедрения [4].

Отсутствие близкорасположенных водных объектов также говорит о том, что гидроэнергетика не является оптимальной для внедрения на данной местности, а Таганрогский залив не может служить источником энергии из-за протяженной пляжной зоны, являющейся рекреационной [5].

На рис.2 представлены результаты анализа образования отходов на ПАО «ТАГМЕТ», которые также можно использовать для получения энергии.

Как показывает диаграмма, электрический цех вносит вклад в количестве – 6%, энергетический – 6%, электросталеплавильный – 9%, трубосварочный – 13%, трубопрокатный – 16%, железнодорожный цех – 41%.

В целом, металлургическое производство не богато разнообразием видов отходов, в основном, это металлическая пыль, стружка и окалина, лом черных и цветных металлов, которые используются в собственном

---

производстве, обтирочный материал, загрязненный нефтью, передаваемый специализированным предприятиям для дальнейшей утилизации [6].

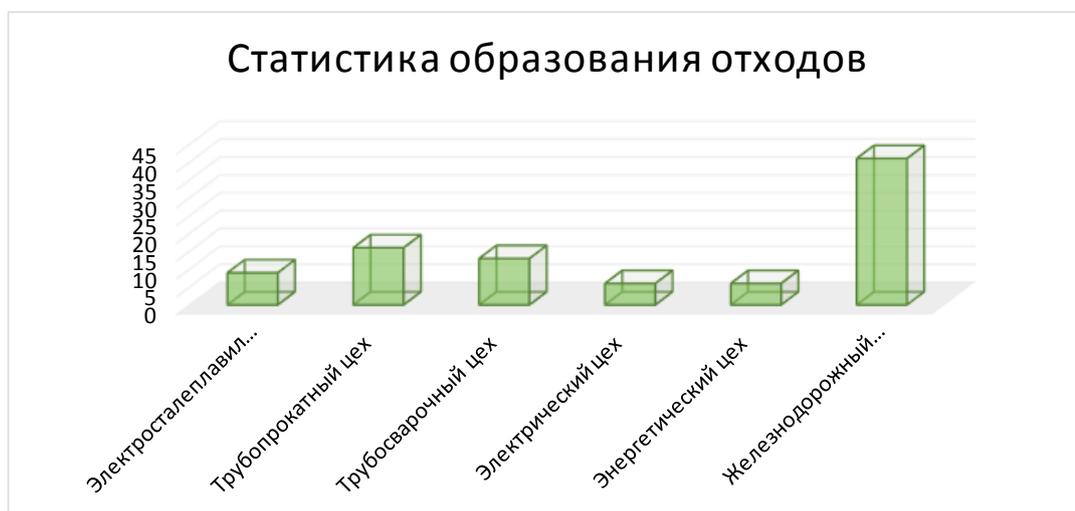


Рис. 2. – Статистика образования отходов на ПАО «ТАГМЕТ»

Введение в эксплуатацию биогазовых установок для использования на территории предприятия нецелесообразно, т.к. они имеют немалые размеры и требуют для своей работы определенных отходов производства, которые в металлургической промышленности в необходимом количестве отсутствуют [7].

Таким образом, применение таких видов энергии, как солнечная, ветровая, кинетическая энергия падающей воды, энергия из твердых отходов на рассматриваемом объекте исследования является нецелесообразным. Однако, принимая во внимание, что исследуемое предприятие специализируется на тяжелой черной металлургии, реализация технологических процессов которой сопровождается выбросами в атмосферу от оборудования с температурой от 25°C до 200°C (рис.3), нами также проведен энергетический анализ с позиции применения для нужд производства энергии отходящих газов [8].



Рис. 3. – Выбросы от общего числа технологического оборудования на «Таганрогском металлургическом заводе»

Наибольшим энергетическим потенциалом выбросов характеризуются 5 цехов (рис. 4), в которых в совокупности находится 42 источника.

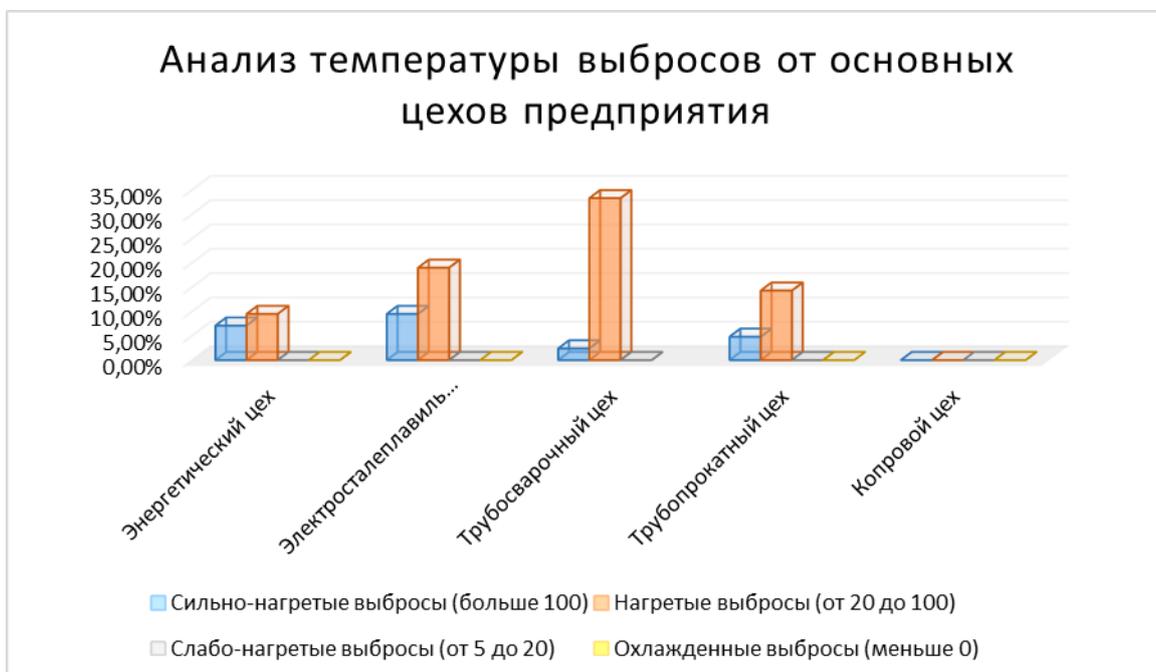


Рис. 4. – Анализ температуры выбросов от основных цехов предприятия

Полученные результаты анализа позволили выявить возможность внедрения теплообменных аппаратов или экономайзеров, которые будут

утилизировать теплоту уходящих газов и позволят использовать тепловую энергию для нужд отопления или горячего водоснабжения [9, 10].

### **Вывод**

В результате проведенного анализа энергетического потенциала территории размещения объекта исследования, можно сделать вывод о том, что наиболее рациональным будет использование теплоты уходящих газов, в качестве альтернативного источника энергии в условиях плотной застройки, климатических и ландшафтных характеристик Таганрога. Такой подход поможет не только решить проблему с нагрузкой на электрические сети города, но и уменьшить тепловое загрязнение окружающей среды от металлургической деятельности.

### **Литература**

1. Архипова Е.С., Колотиенко М.А., Питык А.Н., Штайнер В.Ю. Энергосбережение в России: основные проблемы и перспективы // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564)
  2. Архипова О.В., Балыклов Е.С., Денисенко А.В., Крохалев М.А., Петухова О.А., Хусаинов Э.И. Синтез электротехнических комплексов генерирования электрической энергии, использующих возобновляемые источники энергии // Инженерный вестник Дона, 2020, №12. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6728](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6728)
  3. Кислов, А. В. Климатология / А.В. Кислов. - М.: Академия, 2011. - 240 с.
  4. Herbert, G. J., Iniyar, S., Sreevalsan, E., Rajapandian, S. A review of wind energy technologies //Renewable and sustainable energy Reviews. – 2007. – Т. 11. – №. 6. – С. 1117-1145.
  5. Бондарь Н.В., Киселева Д.А., Пигин Ю.А., Савельев М.В. Принципы формирования городских общественных рекреационных зон
-

набережных территорий // Вестник Томского государственного университета, 2019, №33.

URL:[elib.sfukras.ru/bitstream/handle/2311/129213/savelev\\_kiseleva\\_bondar\\_pigin.pdf?sequence=1](http://elib.sfukras.ru/bitstream/handle/2311/129213/savelev_kiseleva_bondar_pigin.pdf?sequence=1)

6. Валуев Д.В., Гизатулин Р.А. Технологии переработки металлургических отходов. Томск: Юргинский технологический институт, 2012. 196 с.

7. Walla C., Schneeberger W. The optimal size for biogas plants //Biomass and bioenergy. – 2008. – Т. 32. – №. 6. – С. 551-557.

8. Большая Е.П. Экология металлургического производства. Новотроицк: НФ НИТУ «МИСиС», 2012. - 155 с.

9. Jouhara, H., Khordehghah, N., Almahmoud, S., Delpech, B., Chauhan, A., Tassou, S. A. Waste heat recovery technologies and applications //Thermal Science and Engineering Progress. – 2018. – Т. 6. – С. 268-289.

10. Александров А.А., Белосельский Б.С., Клименко А.В. Теплоэнергетика и теплотехника: справочник. М.: Издательский дом МЭИ, 2007. 564 с.

### References

1. Arxipova E.S., Kolotienko M.A., Pity`k A.N., Shtajner V.Yu. Inzhenernyj vestnik Dona. 2017, №4. URL:  
[ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4564)

2. Arxipova O.V., Baly`klov E.S., Denisenko A.V., Kroxalev M.A., Petuxova O.A., Xusainov E`.I. Inzhenernyj vestnik Dona. 2020, №12. URL:  
[ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6728](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n12y2020/6728)

3. Kislov, A. V. Klimatologiya [Climatology]. М.: Akademiya, 2011. 240 p.



4. Herbert, G. J., Iniyan, S., Sreevalsan, E., Rajapandian, S. Renewable and sustainable energy Reviews. 2007. Т. 11. №. 6. pp. 1117-1145.
5. Bondar` N.V., Kiseleva D.A., Pigin Yu.A., Savel`ev M.V. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta, 2019, №33. URL:[elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/129213/savelev\\_kiseleva\\_bondar\\_pigin.pdf?sequence=1](http://elib.sfu-kras.ru/bitstream/handle/2311/129213/savelev_kiseleva_bondar_pigin.pdf?sequence=1)
6. Valuev D.V., Gizatulin R.A. Texnologii pererabotki metallurgicheskix otxodov [Technologies for the processing of metallurgical waste]. Tomsk: Yurginskij texnologicheskij institut, 2012. 196 p.
7. Walla C., Schneeberger W. Biomass and bioenergy. 2008. Т. 32. №. 6. pp. 551-557.
8. Bol`shina E.P. E`kologiya metallurgicheskogo proizvodstva [Ecology of metallurgical production]. Novotroiczka: NF NITU «MISiS», 2012. 155 p.
9. Jouhara, H., Khordehgah, N., Almahmoud, S., Delpech, B., Chauhan, A., Tassou, S. A. Thermal Science and Engineering Progress. 2018. Т. 6. pp. 268-289.
10. Aleksandrov A.A., Belosel`skij B.S., Klimenko A.V. Teploe`nergetika i teplotexnika: spravochnik [Thermal power engineering and heat engineering: a reference book]. M.: Izdatel`skij dom ME`I, 2007. 564 p.