

## **Исследование роли кислородно-компрессорного цеха в деятельности металлургического завода**

**В.А. Гуляев, Ю.К. Орлов**

Донецкий национальный технический университет  
кафедра искусственного интеллекта и системного анализа  
E-mail: gvard12@gmail.com

### ***Аннотация***

*Гуляев В.А., Орлов Ю.К. Исследование влияния работы кислородно-компрессорного цеха на деятельность металлургического завода. Разработаны организационная диаграмма предприятия, на базе которого было проведено исследование, функциональная диаграмма работы рассматриваемого подразделения. Описаны основные процессы, выполняемые подразделением. Выделены сопутствующие риски, проведен анализ ущерба и способов уменьшения.*

**Ключевые слова:** кислород, риск, компрессор, блок разделения воздуха, резерв

### **Введение**

Работа кислородно-компрессорного цеха представляет собой одну из приоритетных задач деятельности металлургического завода. Продукция этого подразделения является одной из компонент при производстве основной продукции предприятия этого типа – чугуна и стали. Все достаточно крупные металлургические заводы обязаны иметь выделенный цех по производству кислорода, иначе закупка у сторонних производителей повысит себестоимость выпускаемой продукции и снизит её конкурентоспособность, к тому же это несет соответствующие риски срыва поставок, что в условиях непрерывного производства крайне нежелательно. Помимо обеспечения собственных нужд, излишки произведенной продукции могут продаваться третьим лицам, повышая прибыльность предприятия. Очевидно, что поддержание работоспособности этого звена производства является перспективным направлением исследования.

Целью исследования является определение места рассматриваемого подразделения в контексте общей производственной структуры предприятия, описание основных процессов, которые на нём протекают и обнаружение потенциальных рисков, которые могут повлиять на деятельность предприятия.

Задача данной работы состоит в составлении организационной диаграммы предприятия, функциональной диаграммы данного подразделения, вербальном описании основных процессов, выделение сопутствующих рисков и их оценка.

Актуальность данного исследования заключается в необходимости поддержания работоспособности важного звена производственной цепи в условиях повышенных рисков, связанных с внешними условиями.

### **Организационная диаграмма предприятия**

Организационная диаграмма - это схема иерархии, которая обычно используется для отображения отношений между сотрудниками, должностями и группами, она позволяет оценить роль некоторого объекта в общей системе деятельности предприятия [1]. Поскольку нецелесообразно составляет полную организационную диаграмму, включающую в себя всех сотрудников (численность которых на момент 2017 года около 4500 человек), их должности и группы, к тому же исследование в первую очередь направлено на исследование той части деятельности предприятия, которая напрямую занимается выпуском какой-либо продукции, то целесообразно составить такую организационную диаграмму, которая бы включала только ключевые производственные подразделения предприятия. На рисунке 1 показана организационная диаграмма производственной части металлургического завода на примере ПрАО «Донецксталь – металлургический завод».

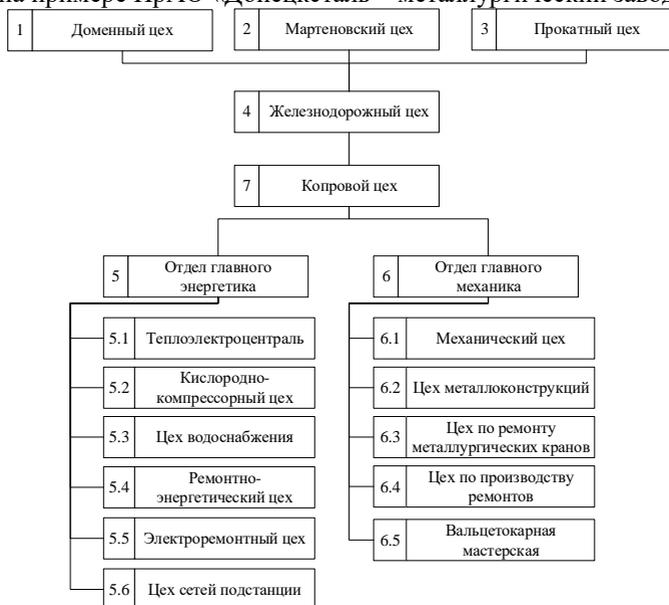


Рисунок 1 – Организационная диаграмма производственной части ПрАО «Донецксталь – металлургический завод»

На рисунке 1 можно отметить то, что кислородно-компрессорный цех не является приоритетным подразделением на предприятии, подчиняется другому подразделению, отсюда можно сделать вывод что он не является таким уж и важным для производства, однако это не так, поскольку данная диаграмма не отражает производственные связи между подразделениями, а всего лишь их место в иерархии производства. Однако, она показывает место ККЦ в общей структуре производственной части иерархии подразделений предприятия.

### Функциональная модель кислородно-компрессорного цеха

Функциональная модель предназначена для изучения особенностей работы (функционирования) системы и её назначения во взаимосвязи с внутренними и внешними элементами [1][2]. Её также часто называют IDEF0-диаграммой. На рисунке 2 показана функциональная модель рассматриваемого подразделения.

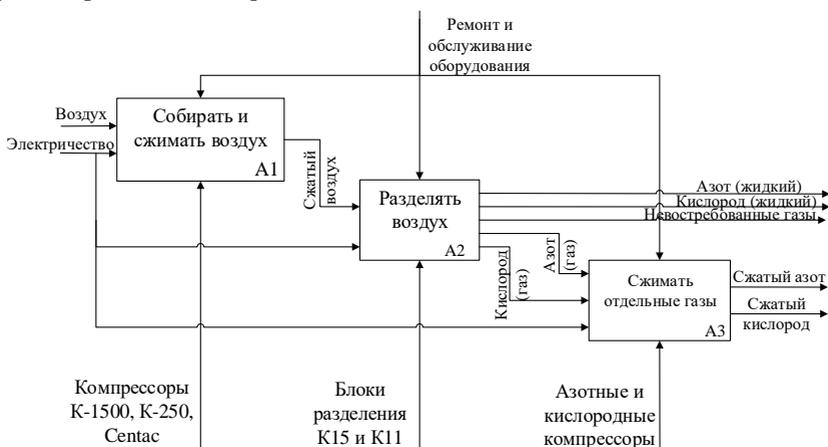


Рисунок 2 – Функциональная модель кислородно-компрессорного цеха на предприятии

На рисунке 2 видны ключевые аспекты деятельности кислородно-компрессорного цеха. Каждый из этапов производится на своём оборудовании, которое имеет свой перечень рисков. Исследование этих рисков, их описание и оценка являются приоритетными задачами данного исследования.

### Вербальное описание процессов

Исследование проблем, которые могут возникнуть в процессе эксплуатации оборудования, невозможно без понимания что собственно происходит в процессе их работы, для этого необходимо показать в виде вербального описания что из себя представляет исследуемое оборудование.

Воздушный компрессор является установкой, действие которой основано на сжатии воздуха и подачи его под определенным давлением в пневматическое оборудование. Выбирая компрессорное оборудование для выполнения различных видов работ, необходимо учитывать устройство компрессора, его конструктивные особенности, а также технические и рабочие характеристики установки [4].

Конструктивные особенности, принцип действия и устройство воздушного компрессора зависят от типа установки. Современные компрессоры имеют несколько классификаций, главной из которых является различие компрессоров по принципу действия. Сегодня производители компрессорного и пневматического оборудования предлагают большое количество данных установок различного типа, наиболее распространенными среди которых являются турбинные и поршневые установки. Все виды компрессоров имеют, как общие элементы, так и различия в конструкции [4].

Установленные на предприятии воздушные компрессора К-1500 и К-250 представляют собой турбинные модели, разработанные в СССР в 50ых годах XX века. Модель К-1500 является основной, на которую приходится большая часть нагрузки, в то же время К-250 является корректирующим, который компенсирует возможные нехватки или избытки продукции. В свою очередь турбинные компрессоры Centac были установлены и запущены в ходе модернизации производства вместо некоторой части К-1500 и представляют собой более энергоэффективное решение, чем К-1500 при сопоставимой мощности если сравнивать два компрессора Centac и один К-1500. Следует отметить, что на данный момент в работе могут участвовать один компрессор К-1500, четыре Centac и один К-250. На рисунке 3 показана модель компрессора К-250.

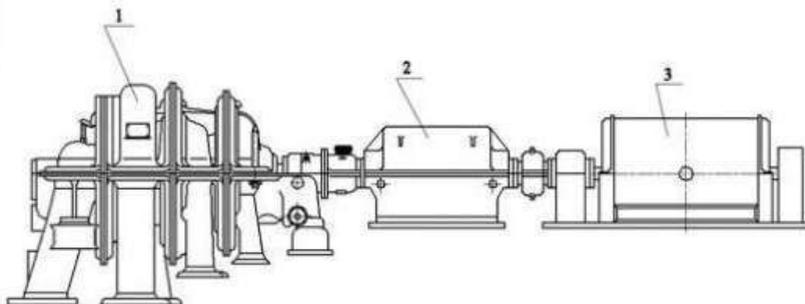


Рисунок 3 – Модель компрессора К-250

Обозначения на рисунке 3:

- 1 – компрессор;
- 2 – редуктор;
- 3 – электродвигатель.

В качестве основы для дальнейшего анализа принято считать, что другие компрессоры выглядят и работает примерно также, как и К-250.

Установка разделения воздуха – это высокопроизводительное универсальное оборудование, позволяющее для металлообрабатывающих, машиностроительных и химических производств иметь собственный жидкий азот и кислород. Установка производит так же газообразный кислород с уровнем очистки 99,7% и кислород повышенной очистки – 99,9%. Так же установка разделения воздуха может быть использована на других производственных циклах при операциях резки и сварки металлических поверхностей [4].

На рисунке 4 показана последовательность работы блока разделения воздуха.

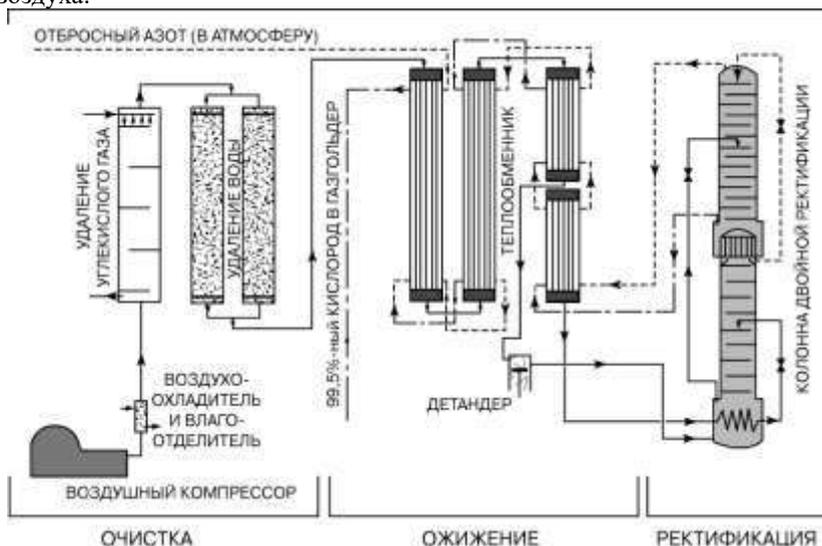


Рисунок 4 – Процесс разделения воздуха

В процессе сжатия азота и кислорода также используются компрессоры, причем для кислорода используется тот же механизм, что и для воздушных (турбинный КТК), а для азотного – поршневой ЗПП. В целом следует заметить, что основные проблемы, с которыми сталкиваются при работе обоих типов компрессоров совпадают.

### Исследование сопутствующих рисков

Для начала следует отметить, что основные проблемы, которые могут возникнуть в процессе работы любого устройства обычно выносятся в приложение документации к этому оборудованию, однако практика показывает, что чаще всего некоторые описанные проблемы не встречаются в реальных условиях, а некоторые не включаются в этот список [2]. В процессе исследования была получена информация с

кислородно-компрессорного цеха ПрАО «Донецксталь – металлургический завод» о наиболее часто встречаемых проблемах при работе оборудования.

При работе компрессоров были выделены следующие риски:

а) выход температуры подшипников за пределы нормы (проблема редуктора);

б) повышение вибрации оборудования (проблема двигателя или компрессора);

в) нарушение противоположной защиты (проблема компрессора).

Ущерб, который может нанести реализация каждого из рисков, напрямую зависит от того какие действия будут предприняты для их устранения – при полной остановке оборудования простой будет составлять не менее 2 дней, в то время как при ремонте «на ходу» оценочное время ремонта составляет до полутора часов. Важно отметить, что предприятие имеет резервный компрессор на случай остановки какого-либо из рабочих, таким образом риск остановки всего производства минимизируется до статистически незначительного. Таким образом, основной риск остановки производства был резко снижен. На рисунке 5 показаны алгоритмы действий при обнаружении вышеперечисленных проблем [3].

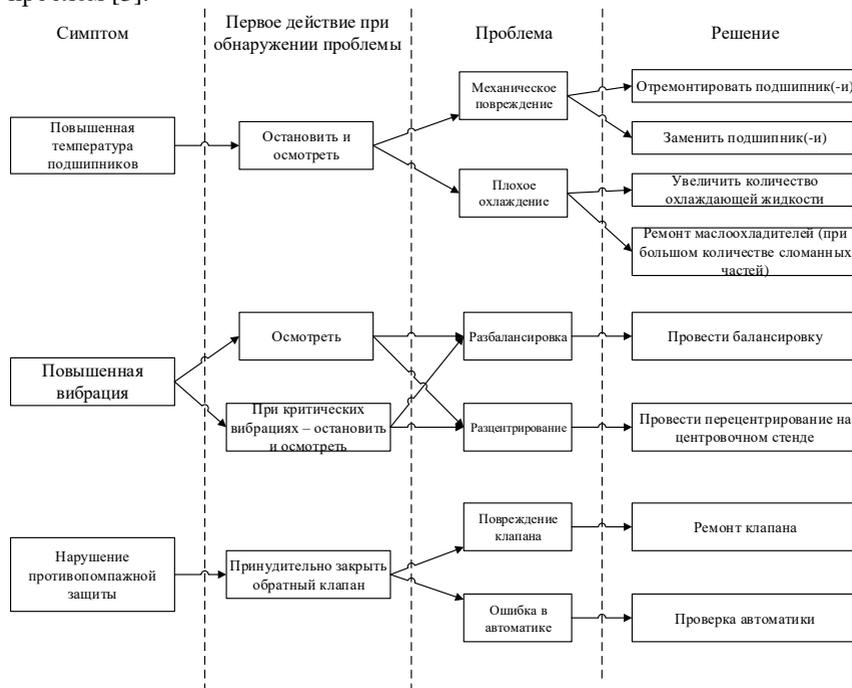


Рисунок 5 – Алгоритмы действий при обнаружении проблемных ситуаций на компрессорах

Как можно заметить на рисунке 4, процесс разделения воздуха – очень сложная процедура, в данной работе не приводится полный анализ возможных проблем, однако существует один показатель, который характеризует правильность работы механизма – цикличность. В случае нарушения цикличности работы оборудование подлежит выявлению причин, приведших к этому, тогда ущерб в плане простоя оценивается в случае если ремонтная бригада успевает произвести ремонт за 10 часов до остановки – не более 10 часов, иначе более 6 суток, которые необходимы для перезапуска системы. Поскольку на предприятии установлены 2 блока, то в случае остановки одного из них второй не даст остановиться производству в принципе, сохраняя допустимый уровень газов для поддержания основного производства, это важно поскольку остановка печей может привести к необратимым последствиям в виде необходимости их ремонта и перезапуска.

### **Выводы**

Таким образом, в ходе исследования было выявлено, что основной риск остановки производства был существенно снижен путём создания резервных мощностей, что, тем не менее, не затрагивает риски поломки оборудования. Были проанализированы возможные поломки оборудования и описаны те решения, которые используются на базовом предприятии, описаны варианты последствий во времени, которые могут они нести.

### **Список литературы**

1. Юзов О.В. Экономика и организация производства / О.В. Юзов, Ф.И. Щетинов – М.: Металлургия, 1991. – 298 с.
2. Липсиц Н.А. Экономика, организация и планирование промышленного производства / Н.А. Липсиц – Минск. Высшая школа, 1990. – 542 с.
3. Блюмин С.Л. Модели и методы принятия решений в условиях неопределенности / С.Л. Блюмин, И.А. Шуйкова. – Липецк: ЛЭГИ, 2001. – 138 с.
4. Батицкий В.А. Автоматизация производственных процессов и АСУ ТП в горной промышленности / В.А. Батицкий, В.И. Куроедов, А.А. Рыжков. – М.: Недра, 1991. – 303 с.