

Проведённые исследования позволяют сделать вывод о том, что нагрев металла происходит не только за счет конвекции, но и за счет перетоков теплоты внутри металла.

Список использованных источников

1. Юдаев Б. Н. Техническая термодинамика. Теплопередача: учеб. для неэнергетич. спец. Втузов. – М.: Высшая школа, 1988. – 479 с.
2. Асцатуров В.Н., Краснокутский П.Г., Берковская П.С. Скоростной струйный нагрев металла. – Киев: Техника, 1984. – 120 с.
3. Гусовский В.Л., Лифшиц А.Е. Методики расчета нагревательных и термических печей: учебно-справ. издание. – М.: Теплотехник, 2004. – 400 с.

УДК 658.51

А. Е. Кувалдин, А. А. Рогозинников

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

СОВМЕСТНОЕ ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА И ЭНЕРГОРЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЯ НА ПРЕДПРИЯТИЯХ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКОГО КОМПЛЕКСА СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Аннотация. В работе рассмотрена возможность применения совместного внедрения мероприятий по энергосбережению и инструментов бережливого производства при реализации Национального проекта «Производительность труда» на металлургических предприятиях Свердловской области. Представлены результаты некоторых предприятий области, принявших участие в программе повышения производительности. Предложено внести мероприятия по энерго- и ресурсосбережению в методiku внедрения улучшений на предприятиях.

Ключевые слова: производительность труда, бережливое производство, национальный проект, термообработка, планирование производства, энерго- и ресурсосбережение.

Abstract. The paper considers the possibility of applying joint implementation of energy saving measures and lean production tools in the implementation of the National Project «Labor Productivity» at metallurgical enterprises of the Sverdlovsk region. The results of some enterprises of the region that took part in the productivity improvement program are presented. It is proposed to introduce measures for energy and resource saving in the methodology for implementing improvements at enterprises.

Key words: labor productivity, lean production, national project, heat treatment, production scheduling, power and resource saving.

Для повышения конкурентоспособности на рынке современное предприятие должно уделять достаточное внимание эффективности производственного процесса. В последние несколько десятилетий одной из

стратегий устранения потерь на предприятии и снижения себестоимости продукции стало внедрение бережливого производства, которое во многом основано на производственной системе компании «Тойота» (TPS). Такая система предполагает использование различных инструментов, помогающих снизить потери в производственном процессе, увеличить качество и эффективность. Все они призваны увеличить производительность труда на предприятии [1].

Отсутствие значительных инвестиций для внедрения, высокая эффективность, доказанная результатами как зарубежных (Тойота, Volkswagen, Boeing и др.), так и отечественных компаний (ГК «Росатом», группа «ГАЗ», группа «НЛМК» и другие), делают бережливое производство одной из основных стратегий развития бизнеса.

Создание производственной системы согласно данной стратегии взято за основу методики, которая легла в основу федерального проекта «Адресная поддержка производительности труда на предприятиях». Данный ФП был запущен для оказания экспертной поддержки по развитию производства в рамках реализации Национального проекта «Производительность труда». Основная цель Национального проекта – обеспечить к 2024 году темпы роста производительности труда на средних и крупных предприятиях базовых несырьевых отраслей экономики не ниже 5 % в год.

Мероприятия, проводимые в рамках адресной поддержки, включают помощь экспертов по устранению неэффективности производственного процесса непосредственно на предприятиях-участниках национального проекта, а также обучение сотрудников методам повышения производительности труда [2].

Реализация проекта ведётся в Свердловской области силами Регионального и Федерального центров компетенций. Деятельность экспертов на предприятии определяется методикой, основанной на поэтапном внедрении инструментов бережливого производства на предприятии. Однако способы повышения конкурентоспособности не ограничиваются влиянием на процессы и устранением потерь. Для промышленного производства очень большое влияние на эффективность производственного цикла имеет потребление энергетических ресурсов. Также методика не затрагивает вопросы воздействия предприятий на экологию.

Для более результативного улучшения производства требуется уделить внимание вопросам сбережения энергетических ресурсов и снижению негативного влияния на окружающую среду. Стоит отметить, что ряд зарубежных исследователей не раз поднимали тему одновременного внедрения бережливого производства, а также энерго- и ресурсосберегающих технологий на предприятии. Например, Андреа Чиарини [1] рассматривает взаимосвязь между применением инструментов производственной системы и снижением негативного влияния предприятий на экологию.

Некоторые ученые предлагают совместить концепции бережливости и экологичности производства, но утверждают, что процесс объединения двух подходов – задача сложная. Тем не менее 88 % научных работ, посвященных совместному применению БП и энергоресурсосбережения были опубликованы

после 2010 года [3]. Таким образом, вопрос необходимости дополнения процесса оптимизации производственных процессов стратегией снижения воздействия на окружающую среду и уменьшения потребления энергетических ресурсов стал особенно актуален в последние 10 лет. Тем не менее существует недостаток научной и экспериментальной базы. Особенно среди отечественных научных публикаций.

В рамках реализации Национального проекта по повышению производительности труда специалисты Регионального центра компетенций Свердловской области оказывают консультационно-экспертную поддержку по вопросам производственного менеджмента, применяя инструменты бережливого производства. За полугодовой период, который является основным этапом региональной программы, внедряют 4-5 инструментов, оказывающих комплексное влияние на процесс изготовления продукции.

Основные инструменты Регионального центра компетенций:

1. 5С – система организации безопасного и эффективного рабочего места;
2. Декомпозиция целей – инструмент стратегического целеполагания на основе операционного денежного потока предприятия;
3. Эффективный инфоцентр – инструмент визуального менеджмента производственно-экономических процессов;
4. Картирование – инструмент визуализации и анализа материального и информационного потока изготовления продукции.
5. Производственный анализ – инструмент выявления производственных отклонений на любом этапе изготовления продукции.
6. Стандартизированная работа – инструмент, устанавливающий применение оптимальных методов работы и последовательность операций производственного и рабочего процессов.
7. Быстрая переналадка «SMED» – набор методов, позволяющих сократить время операций переналадки оборудования.

Основные показатели, отражающие результативность проекта: сокращение времени протекания процесса, сокращение количества незавершенного производства, увеличение выработки на одного человека. Эксперты совершенствуют работу на отдельном потоке-образце по заранее определенным критериям.

Практика проектных решений показывает, что результативность не всегда связана только с внедрением причисленных инструментов. Для изменения функционирования производственной системы необходимо учитывать технологические особенности оборудования, непосредственно влияющие на скорость обработки и качество готовой продукции, а также организацию информационных потоков с целью оптимального планирования загрузки технологических переделов.

Исходя из этого выделим три основные направления, оказывающие влияние на улучшение производственных процессов:

- 1) изменение технологии изготовления или обработки;
- 2) внедрение инструментов бережливого производства;
- 3) изменение информационных потоков и планирования.

Несмотря на эффективность применения инструментов бережливого производства и методика изменения информационной составляющей производства, которые учтены в специально разработанной методологии Автономной некоммерческой организацией «Федеральный центр компетенций в сфере производительности труда», без внимания остается технологическая составляющая.

Стоит отметить, что промышленность Свердловской области представляет собой крупный многоотраслевой комплекс, в структуре которого отмечается высокий удельный вес базовых отраслей, технологии производства черных и цветных металлов, машиностроения, приборостроения. Наибольшая доля в структуре обрабатывающих производств приходится на металлургическое производство – более 50 % [4].

Подтверждает важность металлургии для региона статистика экспортной составляющей, где в рамках регионального проекта “Кооперация и экспорт” большую часть занимает металлургическая продукция – 62,6 % [5].

Несмотря на в целом позитивную картину металлургической отрасли Свердловской области, Министерство промышленности и науки Свердловской области выделяет и негативные факторы. Прежде всего, высокий уровень износа производственной базы, так на некоторых предприятиях уровень износа составляет более 70 %. Устаревшая материальная база способствует повышению себестоимости продукции. Учитывая технологические особенности изготовления и обработки черных и цветных металлов, в процессе переплавки и термической обработки, одной из больших частей затрат приходится энергоресурсы и сказывается на себестоимости продукции, которая является одним из ключевых показателей, отражающих конкурентоспособность и эффективность предприятия.

Учет затрат себестоимости на металлургических предприятиях, обусловлены особенностью их технологического процесса, в рамках которого, как правило, затраты на энергоресурсы составляют от 10 % до 20 %. Так, например, в рамках реализации региональных проектов по повышению производительности труда, на предприятиях ООО «Уральский металлургический завод» и ООО «Механо-литейный завод» в процессе анализа себестоимости продукции доля энергоресурсов составила:

- 1) ООО «УМЗ», валок нажимной 5725-10268 – 12 %;
- 2) ООО «Механо-литейный завод», оправка прошивная ПС ф128 – 13 %.

Критерии выбора продуктов для анализа исходили из принципа существенности и включали в себя показатели: маржинальности, выручки, обеспеченности заказами, трудоемкостью изготовления. При реализации проекта большое значение уделяется потенциалу снижения себестоимости продукции. И, если повлиять на стоимость исходного сырья в рамках проекта достаточно зависит от рыночных колебаний, что не входит концепцию регионального проекта, то провести снижение потребления энергетических ресурсов предприятием представляется вполне решаемой задачей.

Широкая номенклатура черных и цветных сплавов, используемых на металлургических производствах, является причиной того, что появляется

необходимость обработки при различных режимах работы термических печей. В текущих условиях зачастую практикуется проведение термической обработки малого количества заготовок в целях соблюдения сроков поставки товара. Но для снижения затрат на энергоресурсы и оптимального использования производственных мощностей требуется повышать объем загрузки. При накапливании заготовок, подходящих под один режим термообработки скапливается большое количество незавершенного производства в цехе, занимают площади, не предназначенные для хранения межоперационных запасов. Это снижает уровень безопасности и увеличивает период оборачиваемости запасов.

Вытягивающая система планирования предполагает запуск в производство только тех изделий, которые требуются внешнему или внутреннему клиенту. Если рассматривать переделы технологического процесса, по принципу “клиент – поставщик”, то возможно перераспределить план производства и использование печей термообработки в том порядке, который требуется для оптимальной загрузки всей технологической цепочки.

На одном из предприятий, где реализуется в данное время программа повышения производительности труда, производственное планирование осуществляется на неделю вперед. План составляют, исходя из ряда параметров:

- а) сроки поставки готового изделия заказчику;
- б) наличие готовых материалов на складе сырья;
- в) оптимальная загрузка кузнечного и прессового оборудования.

В то же время, согласно проведенному анализу производственного процесса, значительную долю в себестоимости составляет плата за использование природного газа, сжигаемого в печах нагрева и термической обработки.

Эксперимент по внедрению вытягивания позволил выстроить производство так, чтобы с учетом требуемых сроков изготовления, появилась возможность более эффективного использования печей (загрузка не меньше 50 % от номинальной). Результатом стало снижение ежемесячной платы за использование природного газа, уменьшение времени протекания процесса производства изделия и снижение межоперационных запасов перед термическим участком. Также увеличилось время использования новой печи, установленной в 2020 г. Таким образом, планирование с учетом потребности внутреннего заказчика, выставляющего требования по маркам сталей, позволило достичь экономии ресурсов.

Возможность внедрения других технологий энергосбережения, например, использование керамоволокна вместо шамотного кирпича в отделке печей позволило бы снизить расходы на ремонты внутреннего покрытия. А запуск инвестиционного проекта по замене ряда печей на более современные даст возможность значительно снизить энергетическую составляющую себестоимости и увеличить качество термической обработки.

Итак, практика показывает, что на предприятиях металлургического комплекса наибольший эффект вызывает совмещение БП и энергооптимизации.

Важность данного наблюдения подтверждается результатами других исследователей [1, 3, 6].

Исходя из полученных результатов, считаем необходимым проведение аналитики использования топливно-энергетических ресурсов на предприятиях-участниках национального проекта при проведении этапа диагностики, а также внедрение и развертывание мер по повышению энергетической эффективности производства. Необходимость проведения такой аналитики требует дополнения существующей методики реализации программы по повышению производительности труда на предприятиях.

Список использованных источников

1. Chiarini A. Sustainable manufacturing-greening processes using specific Lean Production tools: an empirical observation from European motorcycle component manufacturers. *Journal of Cleaner Production* 85 (2014). Pp. 226-233.

2. Федеральный центр компетенций [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://производительность.рф/ru/national-project/address_support/

3. Abualfaraa W., Salonitis K., Ala'raj M. Lean-Green Manufacturing Practices and Their Link with Sustainability: A Critical Review. *Sustainability* 2020, 12, 981.

4. Свердловская область. РИА-новости [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: <https://ria.ru/20190207/1550557680.html>.

5. Публичная декларация Министерства промышленности и науки Свердловской области [Электронный ресурс] – Режим доступа: URL: https://mpr.midural.ru/UPLOAD/2020/12/pub_declar_2021.pdf.

6. Kurdve M., Zackrisson M., Wiktorsson M., Harlin U. Lean and green integration into production system models – experiences from Swedish industry. *Journal of Cleaner Production* 85 (2014). Pp. 180-190.

УДК 662.99

В. В. Куприянова, А. К. Ершов, В. А. Гольцев

ФГАОУ ВО «Уральский федеральный университет

имени первого Президента России Б.Н. Ельцина», г. Екатеринбург, Россия

МОДЕРНИЗАЦИЯ СИСТЕМЫ УТИЛИЗАЦИИ ТЕПЛОТЫ ПРОДУКТОВ СГОРАНИЯ НА ЭНЕРГОТЕХНОЛОГИЧЕСКОМ АГРЕГАТЕ

Аннотация. *Предлагается модернизация энерготехнологического агрегата с целью перераспределения тепловой энергии в основном для подогрева воздуха, идущего в топливосжигающие устройства анодной печи. Усовершенствована методика расчета цепочки теплообменников в энерготехнологическом агрегате. Расчетным путем получены температуры продуктов сгорания и подогреваемого воздуха, определена паропроизводительность камеры радиационного охлаждения и конвективной секции.*

Ключевые слова: *теплообменный аппарат, тепловой баланс, энерготехнологический агрегат, тепловой баланс, подогрев воздуха.*