

Акционерное общество «Обнинское научно-производственное предприятие
«Технология» имени А. Г. Ромашина»

На правах рукописи



АНАШКИН ДМИТРИЙ АЛЕКСАНДРОВИЧ

**НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКОЕ РАЗВИТИЕ ИНСТРУМЕНТОВ
ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗДЕФЕКТНОГО ПРОИЗВОДСТВА ПРОДУКЦИИ
В ОБОРОННО-ПРОМЫШЛЕННОМ КОМПЛЕКСЕ**

2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация.
Организация производства

ДИССЕРТАЦИЯ
на соискание ученой степени
кандидата технических наук

Научный руководитель:
доктор технических наук, доцент
Харитонов Дмитрий Викторович

Обнинск – 2024

ОГЛАВЛЕНИЕ

ВВЕДЕНИЕ.....	5
1 ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА.....	13
1.1 Анализ причин, затрудняющих повышение производительности технологии специальной керамики.....	13
1.2 Исследование эволюции развития философии бережливого производства.....	25
1.3 Специфика внедрения бережливого производства в оборонно- промышленном комплексе.....	38
1.4 Обоснование по использованию инструментов и принципов бережливого производства в целях повышения производительности в оборонно-промышленном комплексе.....	45
2 ДИАГНОСТИКА РЕСУРСОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БП ЗА СЧЕТ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ.....	56
2.1 Организация управления анализа процесса производства специальной керамики с использованием инструментов бережливого производства.....	56
2.2 Виды дефектов в технологии специальной керамики и анализ возможных причин их возникновения.....	67
3 РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЗАЦИОННО- УПРАВЛЕНЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ.....	81
3.1 Оптимизация организационных структур и производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств.....	81

3.1.1 Резервы повышения производительности, возникшие из-за влияния человеческого фактора	81
3.1.2 Анализ организационно-технических решений, производственных процессов и их элементов	83
3.1.3 Подготовительный этап оптимизации организационных структур и производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств	85
3.1.4 Научно-практическое развитие инструментов БП 5S и VSM.....	88
3.1.5 Разработка принципов повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем ..	94
3.2 Повышение мотивации и вовлеченности работников в процесс улучшений	96
3.2.1 Связь изменения мотивации персонала и роста производительности	96
3.2.2 Возможные пути повышения мотивации работников в целях повышения производительности через нематериальные стимулы в ОПК98	
3.2.3 Улучшение условий труда на рабочих местах.....	101
3.2.4 Улучшение бытовых условий сотрудников.....	103
3.2.5 Система подачи предложений по улучшению.....	106
3.2.6 Обучение бережливому производству и участие в конкурсах проектов	113
4 АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОЙ КОНЦЕПЦИИ И УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗДЕФЕКТНОЙ РАБОТЫ	118
4.1 Оптимизация производственных участков	118
4.2 Апробация новой методики расчета операционного коэффициента запуска.....	121
4.3 Перестройка организации потока создания ценности	128
4.4 Оценка эффекта от развития производственной системы.....	132
4.4.1 Обобщение.....	132

4.4.2 Точки роста.....	133
4.4.3 Измеримые результаты	138
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	143
СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ.....	147
ПРИЛОЖЕНИЕ 1	186
ПРИЛОЖЕНИЕ 2	204

ВВЕДЕНИЕ

Актуальность темы исследования.

Оборонно-промышленный комплекс РФ состоит из более чем 1300 организаций, в которых работает почти 2 млн работников. В силу специфики госзаказа задача повышение объема выпуска продукции чаще всего решается путем увеличения количества оборудования, людей и площадей. Это формирует систему организации производства, в которой максимально стимулируется рост издержек. В то же время в данный момент реализуются федеральные программы перевооружения, которые требуют быстрого и кратного роста производительности. Отраслевой рынок также отличается отсутствием конкурентов и/или высокая специфичность (научеёмкость) выпускаемой продукции. При этом дорогостоящая технология производства и высокие, во многом искусственно созданные издержки, не позволяют реализовать положительный эффект масштаба от совершенствования организации производства предприятиям ОПК. Существуют сложности вывода продукции на гражданский рынок из-за неконкурентоспособности цены, отсутствия маркетинга, патентной чистоты выпускаемой продукции, длительных сроков выполнения заказа и т. д. Дополнительное негативное давление создают санкции со стороны западных стран, которые отрезают предприятия оборонно-промышленного комплекса от поставок современного оборудования и уменьшают потенциальный рынок сбыта.

Сложившиеся обстоятельства делают проблематичной эффективную работу предприятий без научно-обоснованных изменений в организации производства, в том числе в рамках масштабной программы повышения производительности производства, прежде всего, выявления внутренних резервов снижения материалоемкости, организации бездефектного производства, снижения потерь ресурсов для значительной части предприятий оборонно-промышленного комплекса.

Степень разработанности проблемы. Организация системы бездефектного производства и его разновидностей отображена в работах иностранных и отечественных авторов. Активно вопросами постоянного совершенствования качества стали заниматься в 20 веке. Среди наибольший и заметный след оставили Шухард У. и его активный последователь Деминг Э. Вопрос качества на национальном уровне был активно поднят Японцами во второй половине 20-го века. В последствие работа, связанная с повышением качества и производительности, кристаллизовалась в концепцию, получившую в последствие название Lean production или Бережливое производство. Среди тех, кто внес наибольший вклад в становление и развитие концепции бережливого производства можно отметить: Оно Т., Синго С., Имаи М., Исикава К., Голдратт Э., Вумек Дж., Лайкер Дж., Левинсон У. и др. В России бездефектное производство развивается своим путем за счет большого количества наработок научной организации труда в СССР и их адаптации к рыночным условиям благодаря Баранову А., Давыдовой Н. С., Адлеру Ю. П., Бабушкину В. М. и др. Теория развития производства дополняется ориентирами на циклическую экономику, ресурсосбережения и цифровизации, среди авторов можно отметить вклад Шинкевича А. И. Сопина В. Ф., Кудрявцевой С. С., Малышевой Т. В. и др.

Проблемы оборонно-промышленного комплекса и отличие от гражданского рынка в организации производства нашли свое отражения в работах Есаулова В. Н., Пошелюжного С. В., Попкова Д. О., Харитонов Д. В., Маликовой Д. М., Филатова И. Н., Бойковой А. В., Андреевой И. А. и др. ученых и специалистов.

Вместе с тем теория бездефектного производства находится на стадии становления и как целостная система еще не сформирована, не определены четкие технологии управления. Отдельно можно отметить ограниченность материалов по практическому применению идей бережливого производства в оборонно-промышленном комплексе, а сами принципы и инструменты бережливого производства как единая методология поиска и решения проблем

на производстве не включена в стандарт обучения технологов. Несмотря на решение рядов вопросов повышения производительности с использованием концепции бережливого производства, существует потребность в разработке комплексных, практически применимых и апробированных подходов, учитывающих специфику отрасли (технологии, систему бюджетирования, создания добавленной стоимости, принципы взаимодействия между участниками), что обусловило цель и задачи исследования.

Цель исследования заключается в развитии инструментов организации бездефектного производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса в условиях ресурсных ограничений.

Для достижения поставленной цели были определены следующие **задачи**:

- систематизация причин возникновения дефектов в производстве продукции оборонно-промышленного комплекса;
- научно-практическое обоснование организационно-управленческих направлений снижения количества дефектов мелкосерийного производства с использованием философии бережливого производства;
- определение направлений сокращения времени выполнения заказа, позволяющих с минимальными рисками и затратами повышать объем выпуска продукции без остановки производства в условиях ресурсных ограничений;
- апробация полученных инструментов организации бездефектного производства на предприятии ОПК.

Объектом исследования выступает система организации бездефектного мелкосерийного производства продукции оборонно-промышленного комплекса на примере радиопрозрачной керамики.

Предмет исследования – повышение эффективности организации мелкосерийного производства радиопрозрачной керамики на основе совершенствования инструментов обеспечения бездефектного производства на ба-

зе научно-производственного предприятия оборонно-промышленного комплекса.

Соответствие исследования паспорту научной специальности. Диссертация выполнена в соответствии с паспортом научной специальности 2.5.22. Управление качеством продукции. Стандартизация. Организация производства ВАК Минобрнауки России (технические науки) и подпунктами: 16. Моделирование и оптимизация организационных структур и производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств. Экспертные системы в организации производственных процессов; 17. Разработка и научно-практическое развитие инструментов бережливого производства, синхронизации в производственных системах, оптимизации процессов и рабочих мест.

Научная новизна результатов исследований заключается в совершенствовании инструментов организации бездефектной работы мелкосерийного производства предприятия оборонно-промышленного комплекса.

Содержание научной новизны представлено следующими научными результатами:

1. Предложена организационно-управленческая модель управления качеством продукции ответственного назначения, основанная на авторской методике расчета пооперационного коэффициента запуска, отличающаяся от существующего в отрасли процесса контроля качества изделий, основанного на выявлении дефектов постфактум, не позволяющего их устранить, возможностью прогнозирования этапа возникновения дефекта, что позволяет устранить проблему скрытия дефектов; снизить количество функциональных конфликтов в производстве; сформировать более точный регламент производства, обеспечить фокусировку ресурсов на наиболее перспективные направления устранения дефектов, позволяющие снизить их количество без необходимости вносить изменения в технологию.

2. Модернизирована система инструментов бережливого производства на примере мелкосерийного производства, ориентированная на снижение

сроков производства продукции, заключающаяся в их комбинации и улучшении (VSM и 5S), позволяющая управлять производственным процессом как единым потоком в условиях ограниченных возможностей изменения технологии производства, что позволяет улучшить организацию производственного процесса в условиях строгого регулирования со стороны заказчика.

3. Разработана адаптивная модель организации бесшовного производственного потока в мелкосерийном производстве, отличающаяся возможностью: сокращения времени выполнения заказа и увеличения производительности в условиях ограниченности производственных площадей без остановки производства и снижения производительности в процессе изменения организации производства, реализовать ресурсоэффективную модель перехода от вытягивающего к выталкивающему типу производства, что позволяет уменьшить инвестиции на рост производительности, минимизировать фондоемкость, отказаться от необходимости формировать пооперационные запасы в технологии и сократить время реагирования на изменение заказа.

Теоретическая значимость результатов исследования обоснована тем, что в результате обобщения теории и практики организации наукоемкого производства усовершенствованы методические разработки в области применения инструментов организации бездефектного производства, расширяющие представления об изучаемых процессах, применительно к научно-производственному предприятию результативно использован комплекс существующих базовых методов организации бережливого производства, изучены причинно-следственные связи возникновения дефектов и предложены пути их прогнозирования.

Практическая значимость результатов исследования заключается в выявлении и систематизации подходов, позволяющих оперативно и без капитальных затрат сократить количество дефектов в производстве радиопрозрачной керамики в условиях невозможности вносить изменения непосредственно в технологию; разработке и введении в эксплуатацию автоматизированная система «Оперативного управления подачей и реализацией предло-

жений по улучшению», качественно упростившая контроль за реализацией поданных предложений и облегчающая формирование аналитической и отчетной информации (№2022618220, 2022г.); разработке и реализации авторской модульной программы обучения без отрыва от производства, позволившей повысить вовлеченность работников к действиям по улучшениям, снизить сопротивление изменениям и активизировать творческий потенциал; выявлении дефектов в производстве на основе применения авторского (новизна технических решений соискателя подтверждена двумя патентами: №2651731, 2018г.; №2647543, 2018г.); разработке нового подхода к улучшению использования производственных площадей и организации потоков без остановки производства, включающий в себя комплекс действий и набор инструментов из арсенала бережливого производства; разработке и апробации нового подхода по внедрению 5S, позволяющий минимизировать сопротивление работников и создавать устойчивую основу для дальнейшего развития.

Методология и методы исследования. Теоретической основой исследований послужили ГОСТЫ по бережливому производству, труды известных отечественных и зарубежных экономистов и управленцев, в которых сформулированы основополагающие принципы функционирования крупных корпораций в условиях жесткой конкуренции.

Законодательной правовой базой диссертационной работы являются федеральные законы, указы Президента Российской Федерации, постановления Правительства Российской Федерации и другие документы, регламентирующие порядок создания и функционирования корпораций, а также государственного регулирования этих процессов.

В качестве информационных данных использованы материалы международных информационных агентств, российских министерств и ведомств, научных конференций и семинаров, а также материалы Интернета.

В процессе исследований использованы методы системного анализа, математической статистики, экспертных оценок, экспериментов, наблюде-

ния, опроса, анкетирования, моделирования, обобщения и элементы метаанализа.

Положения, выносимые на защиту:

1. Организационно-управленческая модель предотвращения дефектов мелкосерийного производства.
2. Модернизированная система инструментов бережливого производства на примере мелкосерийного производства.
3. Адаптивная модель организации бесшовного производственного потока в мелкосерийном производстве.

Степень достоверности и апробация результатов исследования. Достоверность научных результатов подтверждается глубоким анализом научной литературы по организации бездефектного производства продукции в оборонно-промышленном комплексе. Результаты построены на известных и проверяемых данных и согласуются с опубликованными экспериментальными данными по теме диссертации.

Достоверность также подтверждается результатами моделирования явлений и процессов в рамках объекта исследования диссертации, использованием современных методик сбора и анализа информации о деятельности предприятий оборонно-промышленного комплекса, научной апробацией теоретических положений и идей, содержащихся в диссертации, в рамках публикаций в рецензируемых журналах из перечня ВАК Минобрнауки России.

Основные положения и выводы диссертационной работы изложены и обсуждены на международных, всероссийских и региональных научных и научно-практических конференциях: «Международный форум Kazan Digital Week» (г. Казань, 2023г.); «Цифровая трансформация промышленности: тенденции, управление, стратегии – 2023» (г. Екатеринбург, 2023г.); «Актуальные тренды цифровой трансформации промышленных предприятий» (г. Казань, 2022 г., 2023 г.); «Тенденции развития логистики и управления цепями поставок» (г. Казань, 2022 г., 2023 г.); «Наука, инновации и технологии: от идей к внедрению» (г. Комсомольск-на-Амуре, 2022 г.); «Современные тех-

нологии композиционных материалов» (г. Уфа, 2022 г.); «Конструкции и технологии получения изделий из неметаллических материалов» (г. Обнинск, 2019г.); «Новые материалы и технологии: порошковая металлургия, композиционные материалы, защитные покрытия, сварка» (г. Минск, 2018 г.).

Теоретические положения и практические рекомендации и походы исследования использованы в нескольких структурных подразделениях АО «ОНПП» Технология им. А.Г. Ромашина» с целью увеличения производительности и сокращения сроков изготовления продукции после резкого повышения государственного оборонного заказа, что позволили оперативно снизить количество дефектов и повысить производительность подразделений.

Результаты работы используются при обучении работников компаний, входящих в холдинг АО «ОНПП» Технология им. А.Г. Ромашина», и отмечены благодарностью от Министерства образования и науки Калужской области.

Публикации. По материалам диссертации опубликовано 16 печатных работ общим объемом 7,26 печ.л. (авторский вклад – 5,1 п.л.), из них 6 научных работ в журналах из Перечня ведущих рецензируемых научных журналов и изданий, рекомендованных ВАК РФ, 5 статей в журналах, входящих в международные реферативные базы данных и системы цитирования; а также зарегистрированы 2 патента Российской Федерации на изобретения и одно свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ.

Объем и структура работы. Работа состоит из введения, четырех глав, выводов и списка литературы. Объем работы – 216 страниц, включающие 34 рисунка, 6 таблиц, 296 наименований цитируемых источников и 2 приложений.

1 ТЕОРИЯ И МЕТОДИКА ОРГАНИЗАЦИИ МЕЛКОСЕРИЙНОГО ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА

1.1 Анализ причин, затрудняющих повышение производительности технологии специальной керамики

Основная цель существования компаний оборонно-промышленного комплекса в независимости от формы собственности – своевременное производство современной военной продукции надлежащего качества [1]. Руководители компаний несут персональную ответственность за выполнение государственного оборонного заказа [2]. Само производство отличается высоким уровнем регулирования и контроля со стороны заказчика [3]. В ситуации роста заказа руководство встает перед выбором наиболее оптимального пути увеличения производительности, исходя из следующих условий: возможности реализовывать продукцию на гражданском рынке; формы собственности предприятия; компетентность поставщиков; длительность производства изделий; специфика выпускаемой продукции; объем нынешнего производства; уровень увеличения заказа; возможный уровень заказа в будущем; технологические особенности производства; наличие конкурентов или конкурирующих решений; финансовые и другие ресурсы; наличие нужного количества специалистов в компании и на рынке труда; наличие свободных площадей; нахождение компании в секционных списках; мотивированность работников и т.д. Проблема обостряется фиксированным уровнем рентабельности, зависящим от издержек производства [4] и высоким уровнем закрединтованности компаний оборонно-промышленного комплекса [5]. Разница между гражданским производством и ОПК отображена в таблице 1.1.

Рост заказа создает трудности, если компания не имеет достаточного количества необходимых ресурсов для проведения изменений. Расширение производства на кредитные средства фактически лишает компанию прибыли

до тех пор, пока не будет выплачен кредит из-за высоких кредитных ставок [6, 7]. При этом есть вероятность снижения заказа.

Таблица 1.1 – Разница между гражданским производством и ОПК (составлено автором)

Гражданское производство	ОПК
Отсутствует жесткая фиксация цены.	Ограничения в ценообразование, вплоть до фиксации цены заказчиком.
Свобода выбора поставщиков.	Жесткие требования по выбору поставщиков.
Возможность самостоятельно продвигать свою продукцию на внутреннем и внешних открытых рынках.	Продукция делается под заказ и может быть поставлена исключительно заказчику.
Возможность менять технологию в случае экономической целесообразности.	Изменять технологию возможно после согласования с заказчиком.
Возможность широко использовать аутсорсинг вплоть до безфабричной модели ведения бизнеса	Использование аутсорсинга ограничено.
Свобода выбора сроков изготовления и объем выпускаемой продукции.	Сроки и объем заказа четко зафиксированы в контракте, изменение затруднено и требует согласования с заказчиком.
Необходимость изучать потребности и ценности клиентов.	Заказчик четко опознает ценности.
Нарушение контрактов грозит руководству потерей работы или бонусов	Нарушение контрактов грозит руководству административным и уголовным преследованием
Малое количество монополистов на рынке.	Большая доля монополистов на рынке.

В 2012 году АО «ОНПП «Технология» им А.Г. Ромашина» столкнулась с ситуацией, когда резко начал расти заказ на выпуск специальной керамики из стеклокерамики (см. рис. 1.1), которая в инициативном порядке была разработана и запатентована в научном подразделении [8]. Данный материал позволял выпускать широкую номенклатуру изделий. После проведения испытаний министерство обороны стало принимать на вооружения новые изде-

лия, использующие в своей конструкции керамику специального назначения из стеклокерамического материала. С годами номенклатура и количество выпускаемой продукции постепенно увеличивалось в рамках реализации новой программы перевооружения.

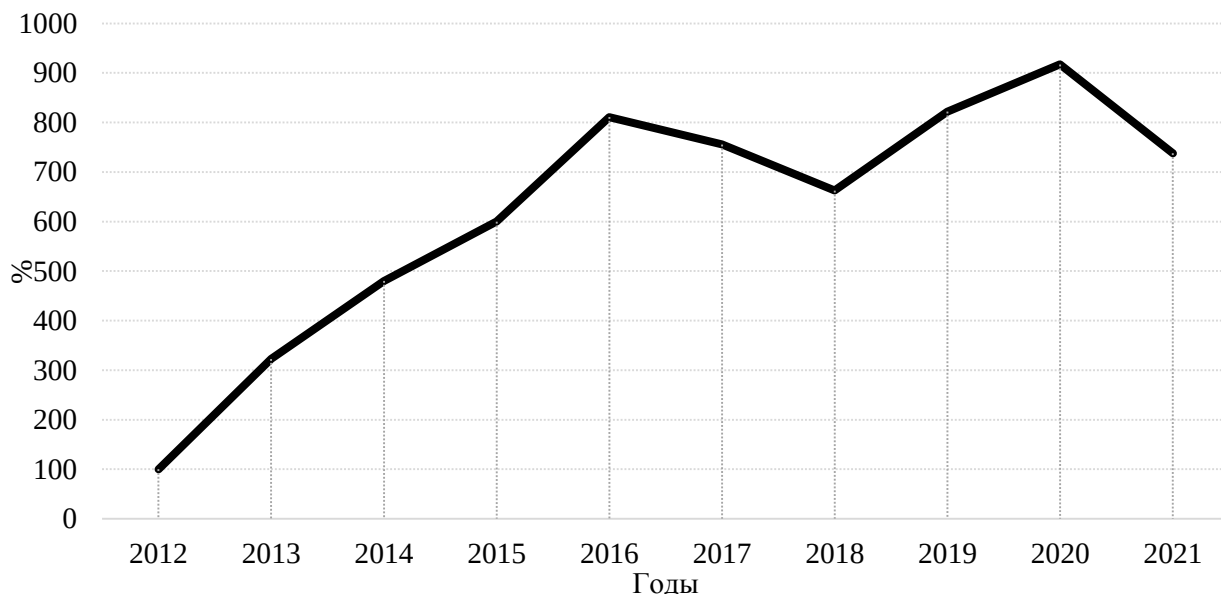


Рисунок 1.1 – Рост заказа на изделиях стеклокерамики всех видов в процентах от 2012 года (составлено автором)

Перед руководством возникла дилемма выбора пути для удовлетворения увеличившегося спроса. Первоначальной идеей было строительство нового корпуса с последующим закупкой оборудования и найма новых работников. Оценка рисков выявила:

- сложности с финансированием проекта;
- высокую вероятность завершения проекта с задержкой, и соответственно срыв выполнения заказа;
- высокую вероятность колебания заказа от года к году (в итоге так и произошло см. рис. 1.2) и как следствие не эффективное использование производственных площадок;
- сложности с наймом новых специалистов и работников, в связи с отсутствием необходимого количества квалифицированных сотрудников на местном рынке труда;

- усложнение структуры управления и логистики.

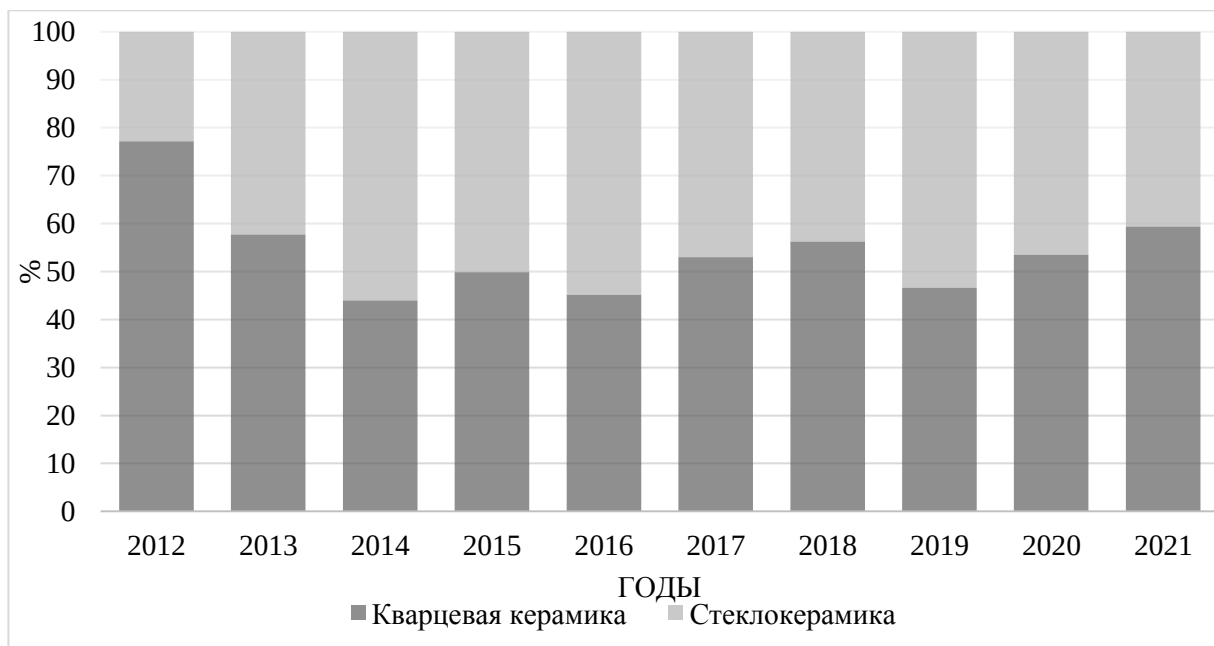


Рисунок 1.2 – Колебание пропорций заказа по видам материалов
(составлено автором)

Для лучшего понимания существующих на 2012 год проблем важно знать историю предприятия, которое было создано 25 октября 1959 года: в городе Обнинске начинается строительство опытно-экспериментального завода технического стекла. В тот момент стране срочно требовалось большое количество силикатного технического стекла для авиации. Стремительный рост скоростей самолетов и высотности полетов требовали новых материалов и конструкций из них. В дальнейшем долгие десятилетия данная научно-производственная площадка носила опытно-экспериментальный характер. В 1963 году площадка была преобразована в филиал НИИ технического стекла (НИИТС), в 1968 году на общих площадях был размещен филиал Всесоюзного института авиационных материалов (ВИАМ), их логическое объединение произошло в 1978 путем создания Обнинского научно-производственного предприятия «Технология».

Именно на этой площадке было решено начать осваивать технологию изготовления сложнопрофильных крупногабаритных заготовок из кварцевой

керамики. Первоначально разработками занималась выделенная отдельная лаборатория по разработке керамических материалов и конструкций для ракетной техники. Но по мере увеличения номенклатуры выпускаемой продукции было принято решение о выделении с 1 сентября 1973 года в отдельное структурное подразделение (цех кварцевой и алюмооксидной керамик) производственного участка этой лаборатории.

Основной задачей вновь образованного цеха являлась опытная отработка технологии изготовления керамических изделий радиотехнического назначения, после которой производство передавалось в серию на другие предприятия. Цех функционировал в рамках научно-исследовательского отделения, принципиальная структура которого была сформирована в 1978 г и практически не претерпела изменений по сегодняшний день и состояла из:

- конструкторского отдела, способного не только рассчитывать любые конструкции РПО в зависимости от технического задания, но и создавать уникальное технологическое и испытательное оборудование для их производства и отработки;
- испытательных лабораторий, которые разрабатывают уникальные методики и проводят наземную отработку конструкций РПО в различных условиях эксплуатации, как в условиях хранения, транспортировки, так и в условиях автономного полета в составе носителя; отрабатывают радиотехнические профили РПО на соответствие все ужесточающимся требованиям ТЗ, и осуществляют 100% контроль всех произведенных изделий; разрабатывают методики испытаний разрабатываемых радиопрозрачных материалов, используемых для создания конструкций РПО;
- технологических лабораторий, которые и занимаются разработкой упомянутых выше материалов и отработкой технологии изготовления разработанных конструкторами РПО, а также внедрением их в серийное производство;
- цеха по производству опытных партий РПО.

Данная сложная структура не свойственна привычному представлению о работе промышленного предприятия

Параллельно был запущен процесс перевода производства ряда изделий на сторонние производственные площадки. И после успешного завершения первого этапа в 1978 году, было принято решения запустить вторую часть работы по разворачиванию серийного производства, с созданием полного цикла крупносерийного производства изделий из кварцевой керамики. Таким образом, был начат процесс по трансформации цеха в опытный, производство носило экспериментальный характер. Технологии создавались, отрабатывались и передавались на другие производственные площадки для серийного производства.

Процесс перестройки прервал развал Советского Союза. Отсутствие заказов на продукцию ОПК в 90-х годах повлекло к резкому сокращению работников цеха. Количество разрабатываемых новых вооружений резко упало и потребность в разработки новых изделий резко сократилась. Так в 1995 году численность цеха составила около 90 человек. Однако меры, принимаемые руководством предприятия в целом и руководством цеха в частности (переориентирование производства на выпуск товаров народного потребления, вплоть до урн для праха по ритуальным услугам), позволили сохранить основной костяк квалифицированных работников и не дали полностью разрушить производственные цепочки.

Начиная с 2003 года начинается рост ГОЗа. Данный период времени характеризуется запуском новой технологической цепочки по изготовлению изделий из нового, в инициативном порядке разработанного материала «Стеклокерамика ОТМ-357» [131]. Данный материал разрабатывался на данном предприятии как аналог стеклокерамических материалов, применяемых в производстве аналогичной продукции на Украине и в западных странах.

После появления новых заказов оказалось, что ОНПП «Технология» является монополистом в РФ по производству СКЗ из керамики. Таким образом, к 2012 году на производстве сложилась неадекватная для гражданского

рынка ситуация. Заказ был ограниченным, серийности по меркам гражданского рынка нет, количество научных и конструкторских работников работающих на предприятие превосходило количество непосредственно работников в цеху. Новый заказ поставил задачу перед руководством предприятия и цеха, в течение нескольких лет кратно увеличить количество выпускаемой продукции с одновременным увеличением номенклатуры изделий. При этом продолжить проводить НИОКР. В результате руководством было принято решение повышения производительности за счет экстенсивного развития – закупки нового оборудования и набора новых работников.

По результатам уже проведенных мероприятий и анализа возможных интенсивных методов повышения производительности было принято решение разворачивать серийное производство на существующих площадях без остановки производства за счет:

- оптимизации основных и вспомогательных операций;
- рационализации использования производственных площадей;
- поэтапному перемещению участков с проведением в них ремонтов и улучшений;
- выстраивание ритмичного производства по принципу потока единичных изделий;
- системной работы по выявлению и устранению потерь.

Первичная идея заимствовать готовые решения из гражданского рынка показала себя несостоятельной. Было очевидно огромная разница в самой философии организации производства – мелкосерийность и низкая технологичность производства. За более, чем 40 лет работы, на производстве сложилась уникальная для производства научная культура и организационная структура, при которой, с одной стороны, в процесс согласования и утверждения изменений включалось большое количество людей, зарплата которых не зависела от общего результата цеха. Совместно с цехом работали несколько лабораторий, это позволяло проводить большой объем исследований и разрабатывать новые, не имеющие аналогов, изделия и материалы. Но отсут-

ствие опыта серийного производства и громоздкая многоуровневая система управления и принятия решений затрудняли процессы быстрого повышения производительности. Стандарты, правила и культура производства в целом конфликтовали с потребностями мелкосерийного производства.

Субоптимизация присутствовала на всех уровнях управления, что привело к формированию токсичной ситуации, когда большое количество людей имели большой круг прав, но практически не несли личной ответственности. В такой ситуации изменения затруднены и подчас приводят к конфликтам.

Дополнительной сложностью, не позволяющей проводить развитие, стала негативная ситуация с кадрами. Фактически к началу 2000-х на предприятии остались сотрудники, которых условно можно разделить три группы.

Первую группу составили работники, у которых был ограничен выбор трудоустройства ввиду отсутствия цивилизованного рынка труда.

Вторая группа характеризовалась теми, кто в сложившейся ситуации могли удовлетворить свои карьерные потребности.

И, наконец, третья группа – это лояльные предприятию сотрудники, готовые оставаться верными предприятию и служить его интересам и целям независимо от сложившейся ситуации с компанией.

Малый заказ и незагруженность предприятия вкупе с низкими зарплатами привели к мутации отношения к своему предприятию и своей работе среди рядовых сотрудников. Такое отношение негативно сказалось на трудовой дисциплине и активности. Что в свою очередь приводило к тому, что стоило руководству надавить на коллектив немного сильнее и вывести людей из зоны психологического комфорта, как ряд работников сразу увольнялись.

С каждым годом становилось все сложнее: поддерживать чистоту и порядок на рабочих местах; ухудшалось состояние оборудования, на поддержание работы которого просто не хватало средств и желания; состояние территории предприятия приходило в упадок, и руководству в какой-то момент пришлось продать часть пустующей территории. Это в свою очередь демора-

лизовало работников и дополнительно ухудшило психологический микроклимат, людям было неприятно находиться на работе, и люди уходили. В системе сформировались негативный отбор по кадрам и решениям.

Но ценой героических усилий и терпения руководству предприятия и работникам удалось то, что не получилось у многих других предприятий ОПК в РФ – сохранить производство, технологии, развивать науку и наладить выпуск новых изделий. Главная сложность заключалась, что оборонный заказ рос слишком быстро для существующей в тот момент системы управления цехом и вектором его развития. И уже в 2013 произошла смена стратегии предприятия, со «спаси и сохрани», на «увеличь и ускорь». Это потребовало проведения кадровых перестановок, омоложение коллектива и организационных изменений.

Первоначальная ставка на развитие технологии производства не смогла полноценно сыграть. Так, в 2013 году были закончены работы по модернизации технологии изготовления изделий из материала Стеклокерамика ОТМ 357 (разработан и паспортизован материал Стеклокерамика ОТМ-357-О), внедрение которого позволило бы существенно сократить трудоемкость, материалоемкость и энергоемкость технологии производства изделий. Казалось бы, бери и внедряй, но препятствия возникали сразу во многих аспектах. На уже производимых серийных изделиях поменять ключевые элементы технологии производства без согласования с заказчиком в принципе невозможно. В свою очередь МО зачастую не готово идти на изменения, исходя из принципа «не надо трогать устоявшееся производство», а в случае согласия (после долгого анализа обоснования в необходимости данных изменений) только после проведения всех необходимых испытаний готовых изделий, что требовало в свою очередь время и существенное финансирование.

Еще одним препятствием для внедрения технологических улучшений стало наличие конфликтов интересов сторон, задействованных в процессе разработки и производства. Так, например, интерес технологов-разработчиков и конструкторов – в скорейшем внедрении предложенных

улучшений, при этом, любое улучшение всегда воспринимается производителями с опаской по принципу *«лучшее враг хорошего»*, т.к. любое усовершенствование технологической операции или оснастки может привести как к выигрышу, так и к сбою отлаженного технологического процесса и, в конечном итоге, к срыву плановых работ по выпуску изделий. В то же время предложения по улучшению технологии, выдвигаемые производителями, воспринимаются негативно технологами и конструкторами. Нередко отмечаются случаи конкуренции между технологами-разработчиками и конструкторами. При этом ответственность за конечный результат размыта между всеми тремя направлениями.

Не маловажную роль при этом имеют и личные амбиции, мировоззрение и инерция мышления, избыточное для серийного производства количество научных работников, включенных в процесс производства. Согласование любых изменений часто встречало большое количество препятствий, как в виде длительного процесса, противодействия изменениям, так и требований внедрять конкурирующие решения (выплаты за патенты при, казалось бы, мотивирующей составляющей, частенько становятся тормозом для развития новых идей и ужесточают борьбу при выборе новых решений). Дополнительную сложность создавала инерция мышления специалистов, которые десятилетиями привыкли решать научные и экспериментальные решения, и не мыслящие понятиями серийного производства. Стало понятно, что «туша пожары» и борясь с бюрократией и инерцией мышления кардинально ситуацию не изменить. Работать в авральном режиме, подчас фактически без нормальных выходных постоянно невозможно. Решения по увеличению количества работников тоже имеют ограничения обусловленные спецификой производства, из-за длительных сроков поиска и отбора претендентов, и отсутствие на рынке труда готовых специалистов по ряду направлений. Дополнительно рост количества работников, обострил проблему организации управления. Бесконечная закупка нового оборудования тоже была невозможна, в следствии отсутствия свободных производственных помещений и финансов.

Расширение производства длительное время шло по схеме: больше заказ – больше оборудования. При этом место для размещения нового оборудования выбирали исходя из возможности его разместить без учета логистики и оптимизации пространства. Параллельно шел процесс найм новых работников. Данный подход хотя и создавал проблемы позволял своевременно выполнять заказ пока он рос медленно.

Проведенный SWOT-анализ производства керамики специального назначения (см. таб. 1.2) показал, что для в целях минимизации рисков и максимизации сильных работа по повышению производительности должна строиться за счет включение в работу как можно большего количества уникальных специалистов и без крупных капиталовложений, из-за риска резкого уменьшения заказа.

Таблица 1.2 – SWOT-анализ производства керамики специального назначения АО «ОНПП «Технология» им А. Г. Ромашина» (составлено автором)

Силы	Возможности
Уникальные технологии и специалисты; Большое количество научных специалистов, конструкторов и технологов;	Производство уникальной продукции; Проведение исследований и испытаний;
Слабости	Угрозы
Высокая себестоимость продукции; Медленное реагирование на изменения рынка; Низкий уровень маркетинга; Санкционные ограничения;	Уменьшение заказа; Появление конкурентов;

Существует много подходов повышения производительности промышленного производства для уже производимой продукции без строительства новых площадей, но для компаний оборонно-промышленного комплекса варианты можно разделить на 3 условных группы:

- Крайне сложно реализуемые, требующие согласованием с министерством обороны, длительного времени (до года и более) и больших финансовых затрат.

- изменение технологии;
- сокращение количества проверок;
- изменение материалов и конструкции продукции;
- совершенствование технологии;
- аутсорсинг;
- Длительные по времени, дорогие и сложные в реализации:
 - модернизация/замена оборудования;
 - оптимизация логистики и размещения оборудования;
 - повышение вовлеченности работников;
 - стандартизация процессов и операций;
 - повышение качества выпускаемой продукции;
 - покупка нового оборудования;
- Оперативные:
 - введение дополнительных смен;
 - оптимизация структуры управления;
 - оптимизация планирования и взаимодействия с другими службами компании;

Но в теории управления принято определенные комбинации выше перечисленных решений называть концептами: «Теория ограничение систем», «6 Сигма», «Бережливое производство», «Зеленое производство» и т.д. [11, 12, 13, 14]. Каждый подход имеет свои преимущества и недостатки, и выбор направления зависит от: разнице в текущее и требуемое состояние; объема производства; и доступности финансовых и материальных ресурсов. Компаний оборонно-промышленного комплекса производящие продукцию специального и военного назначения по факту не могут управлять объемом заказа. Соответственно в ситуации, когда производственные мощности недостаточны наиболее рационально обращаться к теории ограничений системы до тех пор, пока производственная система не достигнет ограничение рынка. На следующем этапе в зависимости от объема выпуска продукции необходимо выбирать либо 6 сигма - если объем большой, а производственный цикл ко-

роткий, или бережливое производство (БП) – если объем производства небольшой, а производственный цикл длинный и статистические инструменты управления качеством теряют свои преимущества.

Производство специальной керамики в АО «ОНПП «Технология» им А. Г. Ромашина» по меркам рынка считается мелкосерийным и наукоемким с жестко ограниченным и нестабильным заказом. Производственный цикл включает более 100 операций и около 50 контрольных операций. Для примера, технологический паспорт, который сопровождает каждое изделие от момента формования заготовки до ее отгрузки на склад, для разного типа изделий содержит от 250 до 350 подписей сотрудников (рабочих, мастеров, технологов, испытателей, ОТК) принимающих участие в процессе его изготовления. За каждой подписью стоят действия, совершаемые с изделием. Технологический цикл длителен и включает большое количество ручных операций. Что делает БП наиболее актуальным выбором трансформации производственной системы.

За основу было решено взять методологию бережливого производства как наиболее полно соответствующая цели – своевременное изготовление качественной продукции для государственного оборонного заказа. На предприятии в 2012 году был создан отдел оптимизации производственных процессов. Одним из задач, которые должен был решать новая структурная единица – «внедрение бережливого производства». Но первоначальный кадровый состав сам не очень хорошо понимал, что есть БП, и тем более не владел методологией трансформации производственных систем, и тратил время и усилия на менее полезные для клиента направления – цех нестандартного оборудования. В котором создавали пилотные проекты.

1.2 Исследование эволюции развития философии бережливого производства

Обзор литературы [15, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25] и личный опыт [26, 27, 10, 28, 29, 30] показал, что невозможно эффективно использо-

вать принципы инструменты бережливого производства (БП) без четкого и полного понимания его сути. Изучать данный вопрос обычно начинают с ГОСТов по БП [31, 32].

В тексте основного ГОСТа по БП сказано [31], что:

- «Настоящий стандарт может быть использован в тех случаях, когда организация стремится достичь успеха за счет системного применения философии, ценностей, принципов и инструментов БП».
- «Положения стандарта предназначены для создания и развития производственных систем, разработки соответствующих документов, а также для обучения персонала» [31].
- «Бережливое производство (lean production). Концепция организации бизнеса, ориентированная на создание привлекательной ценности для потребителя путем формирования непрерывного потока создания ценности с охватом всех процессов организации и их постоянного совершенствования через вовлечение персонала и устранение всех видов потерь».

Данное толкование наполнено специализированной лексикой – языком профессионального общения, достаточно формализовано и понятно для людей, которые хорошо понимают, что такое БП. За кажущейся лаконичностью скрывается большое количество нюансов, для самостоятельного понимания которых потребуется изучить большое количество специализированной литературы и потратить годы на практическую проработку.

Формирование профессионального языка БП в РФ все еще продолжается, каждый год выходят новые ГОСТы, где вводятся новые понятия и концепции. Данный процесс неизбежен и входит в процесс обучения специальности [36] и без его изучения трудно адекватно понять новые подходы в развитии философии БП [37].

Проблема понимания развития БП становится более очевидна, когда начинаешь применять ее к повышению эффективности реального производства в РФ [38]. Особенно остро проявляется проблема, когда необходимо взаимодействовать с органами власти и аффилированными с ними лицами.

Формулируемые вопросы или запросы от них по приоритетам в развитии производственной системы¹, позволяют понять, что многие чиновники недостаточно компетентны в данной области.

Прежде всего, это касается термина «внедрение», так как он не подходит по традиционно понимаемой сути, ибо БП – это бесконечный процесс [21]. Его по определению невозможно закончить «внедрением».

Второе, «внедрять» инструменты ради инструментов, при этом отсутствует четкое понимание их сути и назначения, не выстраивается единая система, не формулируется практически полезная цель.

Но еще в прошлом веке было написано, что, как только труд начинают оценивать по формальным показателям, люди начинают работать не на полезный результат, а только на показатели в ущерб всему остальному [40].

Непосредственно сам термин «бережливое производство» (от англ. «Lean Production») впервые в 1988 году использовал Джон Крафчик по заказу промышленников США в своей статье «Triumph of the Lean Production System» [41]. В активный оборот в РФ философия «Lean» вошла как «бережливое производство» после публикации книги «Бережливое производства» Ву-мека и Джонсона [42].

Изучение БП приводит к выводу, что данный, устоявшийся и закрепленный термин не соответствует содержанию и очень часто вводит слабо знакомыми с темой людей в заблуждение. Так как философия БП может использоваться в любой организованной деятельности людей, а не только в производстве.

Концепция БП первоначально проявила себя в автомобильной промышленности в Японии [42]. После сокрушительного проигрыша в второй мировой войне и последующей за ней оккупацией со стороны США Япония оказалась с разрушенными городами, уничтоженной промышленностью, и

1 **«Производственная система** - система, включающая одного и более работников и производственное оборудование, работающих совместно для выполнения производственных функций в определенном рабочем пространстве, в рабочей среде, в условиях, определяемых производственными заданиями» [39].

огромными долгами. Порванные цепочки поставок и сбыта готовой продукции, умноженные на проблему низкого внутреннего спроса, не позволяли Японии восстанавливать свою промышленность традиционным способом. Как показывают исследования, ситуация усугублялась нехваткой современного высокопроизводительного станочного парка, высококвалифицированных рабочих и дешевого сырья [43]. При этом в связи с сильно выросшей производительностью труда в аграрном секторе и приводимой оккупационными властями сельскохозяйственной реформы, возникла огромная безработица, преодолеть которую смогли только к 1970-тым годам [44].

Для преодоления этой тяжелой экономической ситуации требовался принципиально иной подход к организации производства. Анализируя наиболее эффективные мировые технологии в этой области, японские ученые и производители остановили свой выбор в пользу продуктивных решений из Школы научного управления (США) и Научной организации труда (СССР). Таким образом появилась новая идеология (философия) производства, основанная на качестве и скорости.

Поэтому на государственном уровне было принято решение сделать новую философию всеобщей для всей страны [45]. С этой целью были организованы различные центры и организации, занимающиеся популяризацией и продвижением идеи повышения качества [51]. На этом фоне выделились несколько основных идеологов новой философии, которых стали называть «гуру бережливого производства» [46, 52].

Идеологическим лидером развития своей производственной системы с использованием новой концепции стала компания Toyota Motor Corporation. Это случилось благодаря таланту и трудолюбию специалистов, которые в ней работали или сотрудничали. Среди наиболее известных можно выделить Сигео Синго, Тайити Оно, Киитиро Тоёда [53].

Философия БП развивалась эволюционно. Изначально основным вектором устремления стало - качество. В начале 1950-х годов японские товары в мире воспринимались как низкокачественные [67], что создавало для эко-

номики Японии трудностей во время ее послевоенного восстановления. Низкокачественные товары не позволяли проводить агрессивную экспортную политику, в целях развития промышленного производства. Внешняя экспансия была важна, так как внутренний рынок был маленьким и имел низкий потребительский спрос из-за высокого уровня безработицы и соответственно низких зарплат.

У руководства страны и компаниями в Японии возникла проблема. Для продвижения своих низкокачественных товаров на внешних рынках нужно снижать их стоимость, но сырье и материалы для их производства необходимо покупать на выручку от их продажи, так как Япония не могла самостоятельно обеспечить себя необходимыми ресурсами (руда, нефть, газ и т.д.) [68]. И из данной плачевной ситуации было решено выходить за счет снижения потерь и повышения качества. Снижение потерь позволяло экономить ресурсы, а повышение качества поднять цену на товары.

Для повышения качества продукции известно несколько методов. Но самым дешевым и устойчивым решением было изменение мышления и обучение. Для этих целей было решено использовать прекрасно себя зарекомендовавшую идеологию программы TWI. Активную помощь оказали оккупационные власти США, которые предоставили методологию, финансирование и привлекли лучших специалистов по качеству [69].

Среди приглашенных специалистов принято выделять несколько наиболее известных и именитых: Эдвардс Деминг, Джозеф Джуран и Арманд Фейгенбаум [70].

Арманда Фейгенбаума принято считать автором "всеобщего контроля качества" [70]. Джозеф Джуран создал концепцию трилогии качества – качество планирования, контроля качества и улучшения качества [70]. Которая нашла свое отражение в методологии 10 шагов для повышения качества. Ключевыми моментами философии Джурана стали удовлетворение потребностей клиента и постоянная организованная работа по повышению качества во всей организации.

Но наибольшее влияние на становление философии БП оказали идеи Эдвардса Деминга. Им были сформулированы 14 принципов управления, и он активно пропагандировал цикл PDCA [72], который является универсальным инструментом для повышения качества. К концу жизни он утверждал, что на в 98% случаев ответственность за брак несет система, и только в 2% исполнитель [73].

Среди японских гуру БП традиционно принято выделять: Каору Исикава, Генити Тагути, Сигео Синго. Каждый из них имел свое специфическое понимание того, как следует работать над вопросом повышения качества.

Каору Исикава делал основной акцент на анализе. Для этого предполагалось использовать статистическое мышление и принимать решения на основе фактов [71]. Для этого предлагалось использовать "семь основных инструментов качества": анализ Парето, причинно-следственные диаграммы, стратификация, контрольные листы, гистограммы, диаграммы рассеяния, диаграммы контроля процессов [23]. Которые должны быть понятны всем работникам и активно ими использоваться.

Подход Генити Тагути был направлен на проектирование изделий. Он считал, что нужно так разрабатывать изделие, чтобы в процессе производства любые изменения или отклонения не влияли на качество выпускаемой продукции.

Масааки Имаи активно популяризировал концепт постоянного улучшения (Кайдзен) или стремление к лучшему [21]. Важной задачей, которая решает Кайдзен является активизация творческого потенциала работников и вовлечение их в процесс непосредственного улучшения. Благодаря чему увеличивается как количество идей для улучшения, так упрощается их принятие и ускоряется их реализация. Для максимизации позитивного влияния от Кайдзен важно вовлечь в данный процесс как можно больше работников [21].

Отдельно хочется отметить одно из самых ярких идеологов БП Сигео Синго, который считается автором целого ряда ключевых инструментов БП: быстрая переналадка (SMED) и защита от ошибки (Poka-Yoke) [19, 24].

В литературе встречаются попытки провести сравнение БП с другими философиями организации производства [46, 74].

Они подчас весьма наглядны и категоричны. Главная проблема при проведении такого сравнения – субъективизм и идеализация. Авторы сравнивают не конкретные компании в определенный промежуток времени с доминирующими в них производственными системами, а представления авторов о системах.

Если рассматривать практические работы [75, 76], то достаточно быстро становится понятно, что компании развиваются, их производственные системы трансформируются и их степень «бережливости» меняется. Причем изменения могут быть как в сторону развития, так и деградации. Сложность сравнения усиливает факт, того, что в рамках одной фирмы могут быть подразделения с разными доминирующими направлениями организации производства. И в ряде аспектов или подразделений организация может быть весьма бережливой с четко выраженными проявлениями во внешнем виде, системе планирования, мотивации труда и т.п.

Кроме того, стороннему наблюдателю тяжело проводить качественный анализ. Активные попытки многих компаний создать «правильный образ» за счет весьма успешной работы по внешней имитации проявлений бережливой компании. Хотя при этом сама производственная культура может быть весьма далекой от идеалов БП. Яркими примерами являются скандалы в том числе и коррупционные с компаниями Boeing и Airbus [77, 78]. Большое количество «правильных» и «умных» внутренних документов с красивыми лозунгами, обилие наглядной агитации создает благоприятный образ компании. Данная мимикрия под бережливую компанию во многом обусловлена тем, что организация, исповедующая философию БП, выглядит и воспринимается клиентами и поставщиками более надежной и успешной.

То, что философия бережливого производства стала развиваться и позволила достичь значимых успехов именно в серийном автомобильном производстве [16], серьезно сказалось на восприятии бережливого производства. И

последующая после успеха волна популяризация в прессе, проводимая журналистам и/или дилетантам, серьезно исказили суть БП [54]. Неспециалисты смогли увидеть только внешние атрибуты и проявления, и на этом основании создать упрощенный образ данной технологии. Этому способствовало существующее у них мышление, в котором отсутствовали знания о современных достижениях в других странах в этой области. Важно отметить, что «гуру бережливого производства» отмечали, что многие свои идеи они черпали в других странах, в том числе и в СССР. Но из-за политических сложностей (речь идет о фактической зависимости Японии от США), именно США в книгах и статьях японских специалистов по бережливому производству воспринимают Японию как место зарождения многих идей и принципов БП [16]. Для усиления данной позиции активно демонстрируют и подчеркивают тот факт, что в конце 1940-х и начале 1950-х в Японию активно приезжают специалисты по качеству и статистики из США [45].

Долгое время философия БП была известна только в Японии. Началом международного продвижения идей БП можно считать проведение первой международной конференции по контролю качества в Токио в 1969 году [46].

По-настоящему промышленники США и Европы стали интересоваться БП только в 80-х годах XX века после того, как японские производители товаров стали активно теснить их на иностранных и внутренних рынках [42]. Среди наиболее ярких представителей можно отметить Филипа Кросби, с его идеями "качество – бесплатно" и "нулевой дефект", Тома Питерса, который считал, что именно руководство ответственно за качество, Джона Крафчика, который ввел в обиход концепт «Lean Production», Джеймса Вумека, Дэниела Джонса и др. [46]. Анализ идей западноевропейских специалистов позволил выявить противоречия в их идеях, толкованиях и подходах [47].

В США и Европе после первых практических экспериментов и попыток реорганизовать производство и сделать их бережливыми, начал расти скепсис к БП. Целый ряд компаний начинали работу по «внедрению» бережливого производства, бережливого управления, бережливой бухгалтерии, но

в итоге, позитивные результаты были единичны, а в большинстве компаний БП вообще не давали значимого результата [48]. Столь плачевная ситуация возникла сразу из-за нескольких причин.

Первой из них, стало стремление фирм к максимизации их акционерной стоимости – «фирмы существуют для создания стоимости своим акционерам» [49]. В ситуации, когда главной целью производства становится не прибыль, а акционерная стоимость, в руководстве компании возникает стремление любой ценой повысить капитализацию компании за отчетный период. Это позволит руководству фирмы получить большие бонусы, повысить кредитный лимит фирмы и её акционеров [50]. Даже, если компания по итогам года получает прибыль, как правило, значимая ее часть уходит на выплату по дивидендам или обратный выкуп акций [55].

Но данный тренд очень чувствителен к любым отклонениям, и компания может потерять большую часть капитализации из-за огромного количества факторов [56]. Создается система, когда руководство компании в среднем возглавляет организацию в течение 3-5 лет, и, как правило, не выстраивает долгосрочных стратегий, и старается избегать решений, имеющих отсроченный эффект [57]. При такой системе руководство слабо заинтересовано в тех действиях, которые позволяют развивать производственную систему компании в рамках философии БП. Основные мероприятия, позволяющие быстро повысить капитализацию компании, прямо противоречат философии БП [58]. Даже если на среднем или нижнем уровне руководства и проводятся успешная работа в области БП, она нивелируется отсутствием системности в работе всей компании.

Дополнительными препятствиями стали факты переноса производства из США и Европы в развивающиеся страны [59], гонка за автоматизацией [60] и специфика законодательства [61].

Но основной проблемой стало непонимание сути философии БП. Хотя сами родоначальники философии БП писали и говорили, что это длинный и тяжелый путь [16], западными менеджерами философия БП воспринималась

как методика, быстро решаемая все проблемы и приносящая много прибыли, причем без затрат финансовых ресурсов. Делалось предположение, что стоит пригласить консультантов, внедрить систему 5S и ряд других инструментов, и в компании сразу произойдут значительные позитивные перемены. Но по факту менеджмент и большинство «консультантов» разрабатывают предложения по БП, основываясь на достижениях предприятий и организаций, не учитывая их специфику. В этом случае можно наблюдать позитивный результат, но как показывает практика такие результаты чаще всего носят случайный и недолговременный характер. Рост благосостояний компаний обеспечивался доступом к дешевым финансовым и промышленным ресурсам, или вообще бронированием [62, 63]. И как показал пример с временной блокировкой Суэцкого канала, задержка грузов даже на несколько недель уже сказывалась на рынке [64], ситуация стала еще более наглядной после введения «ковидных» ограничений, которые привели к массовым разрывам цепочек поставок [65].

После начала работы по популяризации БП в РФ в начале 2000 [66] очень быстро возникла проблема отсутствия единых определений и формулировок используемых терминов и концептов. Ситуация была обусловлена разными путями проникновения идей (Япония или Запад), степенью глубины понимания философии, личными целями и т.д. Это негативно влияло на развитии идей БП в РФ, так как затрудняло передачу опыта и возможности выстраивания эффективных коммуникаций. И уже в 2014 году был опубликован и вступил в силу «ГОСТ Р 56020-2014. Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Основные положения и словарь» [31].

Благодаря этому был запущен процесс по «наведению порядка» в деле популяризации и развития БП в РФ. В самом первом ГОСТе были сформулированы основные концепты и определения БП, а уже в следующем году вышел «ГОСТ Р 56407-2015. Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Основные методы и инструменты» [32].

Все инструменты из арсенала БП, перечисленные в ГОСТ Р 56407-2015, можно условно разделить на три группы:

- универсальные, появившиеся до БП: хронометраж, нормирование труда, маркировка, мозговой штурм;
- переименованные, существующие инструменты, получившие «новое» имя: андон, диаграмма Исикавы, пять почему, канбан;
- новые, изобретенные в рамках развития философии БП: красные ярлыки, отчет А3, дзидока [31].

В русскоговорящем сегменте БП сложилась достаточно неопределенная картина: у разных авторов, тренеров и консультантов и даже в разных ГОСТах под «инструментами» БП понимаются разные понятия. И если в одном это инструмент, то в другом уже метод. Данная путаница не упрощает понимание БП и создает дополнительные сложности.

Даже если владельцам или акционерам фирмы не интересно заниматься имитацией бережливости, в последние годы появились различные документы [79, 80], которые начали требовать от организаций «внедрять» БП. В данной ситуации компаниям неизбежно приходится заниматься созданием имитации и формирования ложного образа для аудиторов и клиентов. Сложность ситуации заключается в том, что слишком много работников достаточно быстро понимают, что все эти изменения – «спектакль» для внешнего наблюдателя. Реально изменять мышление и мировоззрение внутри организации при таком подходе не надо, а важно грамотно и быстро подстроиться под требования очередного стандарта.

В этой ситуации, даже если руководство захочет начать реальный процесс трансформации производственной системы, оно столкнется с сильным сопротивлением разочаровавшихся работников всех уровней, которые на своем опыте уже воспринимают негативно данную задачу. Дополнительное давление на компании оказывают лоббисты от организаций, которые оказывают консалтинговые услуги и обучают работников. Данные компании через чиновников и политиков проталкивают различные стандарты и регламенты.

Системы аудита компаний тоже организованы так, что пройти их без приглашения соответствующих сторонних специалистов затруднительно.

Дополнительную сложность создают санкции, направленные против РФ, которые или существенно затруднили выход на внешние рынки, или фактически их закрыли для многих холдинговых компаний. Когда компания входит в секционный список США, ей становится проблематично купить материалы и оборудование за рубежом. Пример с гражданским самолетом МС-21 показал [86], что на рынке высокотехнологичных материалов очень небольшое количество поставщиков. У находящихся под санкциями компаний остается три основных сценария: покупка через третьи руки материалов у старых проверенных поставщиков за счет роста издержек и потери конкурентной цены; самостоятельное производство материалов, что часто сложно реализовать, так как происходит переход на отечественные, подчас некачественные аналоги, тоже с более высокой ценой. Все это негативно сказывается на конкурентоспособности выпускаемой продукции.

Тем не менее в системе БП есть индикаторы, позволяющие судить о том, как далеко производственная система компании ушла от традиционных систем. Раскроем содержание основных из них.

Открытое признание проблем. Если в компании на всех уровнях у руководства присутствует стремление открыто признавать существующие проблемы, то можно говорить о ее способности двигаться в сторону БП. Добиться такого состояния в коллективе – сложный и длительный процесс, который очень легко прервать и вернуть всю систему в исходное состояние.

Фокусирование внимания на процесс, а не на результат. Это специфичный для западной культуры управления взгляд. Важны не результаты сами по себе, а то, как данный результат достигнут и какие последствия наступят после.

Командная работа. В данном случае идет речь о том, что большую часть аспектов организации работы команда берет на себя, и управление идет через феномен лидерства. Для многих формальных руководителей выстраи-

вание командной работы в такой ситуации неприемлемо по ряду причин (боязнь потери власти, авторитета, незаменимости и т.д.) и грозит большими рисками и проблемами.

Непрерывное совершенствование. Есть два видения непрерывного совершенствования: японский - когда совершенствованию подвергаются все процессы и операции [21], европейский – фокус внимания для выбора объекта совершенствования определяется по степени его влияния на общий процесс. Наиболее подробно данная философия нашла свое отражения в идеях Эльяху Голрадата [40].

Оба подхода имеют свои плюсы и минусы. Японский подход требует слишком большого количества ресурсов (финансовых, человеческих и временных), и при этом большинство улучшений не принесут компании быстрых позитивных результатов. Но именно этот подход позволяет стабильно формировать всеобщую культуру улучшений. Западный подход позволяет получить более быстрые позитивные результаты, но он более требователен к способностям и умениям лидера.

Ориентация на ценности клиента. В целом этот индикатор не уникален для БП, но у него есть один важный момент. Философия БП допускает снижения тех или иных характеристик товаров или услуг, если это устраивает клиента. Клиенту предоставляют ровно то, что он хочет. Сама идея, что можно ухудшать те или иные характеристики продукта или услуги, если их показатели превышают ожидания клиентов, для многих руководителей и даже рядовых сотрудников могут казаться абсурдными и нелепыми. Но именно в БП появилась такой вид потерь как избыточная обработка. Данная потеря одна из самых сложных в нахождении и устранении [88].

Вторым важным моментом является изменение понимания самого термина «Клиент». В традиционном производстве клиент — это покупатель и/или получатель услуги/продукции. В БП есть два вида клиента: внутренний и внешний (традиционный) [87]. Именно наличие внутреннего клиента кардинально меняет мировоззрение и целеполагание и качественно облегчает

субоптимизацию. В бережливой компании во главу угла ставят клиента, а после него работников, создающих для клиента ценность. Все руководители службы и работники обязаны выстраивать свою работу с приоритетом именно на это.

1.3 Специфика внедрения бережливого производства в оборонно-промышленном комплексе

В Российской Федерации существует требование к компаниям ОПК для получения финансовой помощи в целях перевооружения и повышения производительности внедрять у себя БП. При этом с целью недопущения раздувания цены была принята система определения цены на продукцию, напрямую связанную с издержками производства. Возникла противоречивая ситуация: от компаний требуют снизить издержки и потери, но при этом они параллельно теряют в прибыли [81]. Если компания хочет получить государственную финансовую помощь, она обязана внедрять БП, но при этом должна быть готова к уменьшению прибыли. Уменьшение прибыли компания должна компенсировать продажей своих товаров на гражданском рынке.

К сожалению, авторы данной инициативы не учли негативный опыт СССР, когда также пытались проводить работу по диверсификации предприятий ВПК. При этом политики не учитывали специфику технологий производства изделий военного назначения. Во многих случаях в компаниях ВПК отсутствовали специалисты для продвижения их продукции на гражданские рынки. Важной причиной было непонимание объема работы, которую надо провести для подготовки к выпуску гражданской серийной продукции (патентование, маркетинговое исследование, выстраивания клиентской базы, реклама и т.д.). Все эти компетенции как правило или развиты слабо, или полностью отсутствуют. Кроме того, существует дефицит специалистов в данных областях. Для привлечения людей и формирование новой культуры нужны финансовые ресурсы, которые нужно вкладывать годами, но для по-

лучения отдачи от инвестиций необходим продукт конкурентоспособный на гражданском рынке. Кроме того, проблема санкций и высоких издержек не позволяет легко снижать себестоимость продукции.

Наглядным примером могут служить объективы, выпускаемые компания Швабе. Она производит объективы для фотоаппаратов, но их аналоги из Южной Кореи и КНР дешевле, их продуктовая линейка шире, продукция более доступна для покупки. В конечном итоге, продукция Швабе покупается ценителями специфического рисунка и в коллекционных целях.

Компании, как сложные системы, стремятся к минимизации свободной энергии и устранению избытка того, что не приносит прибыли, но при этом потребляет ресурсы – неиспользуемое оборудование, недозапряжённые работники, расходы на пустые помещения и территории и т.д. В связи с чем в ней появляются те или иные ограничения. Для ОПК характерно главное ограничение – рынок. Компания не может продать больше, чем предусмотрено в рамках заказа. При этом заказ имеет свойство быть неравномерным и с вероятностью прекращения или резкого сокращения. Дополнительную нагрузку на инфраструктуру компании ОПК создают мобилизационное оборудование, которое занимает место, требует расходов на его поддержание в исправном состоянии и специалистов для его работы. При этом для руководства акционерных обществ кроме самого КРІ существует персональная ответственность за своевременное выполнение ГОЗ [2].

Так формируется противоречие, согласно которому АО или ПАО должно генерировать прибыль, но при этом наценка на продукции/услуги и размер рынка ограничены. Будучи частью ОПК важно выполнять вовремя заказ, невзирая на расходы и прибыль. Нацеленность на выполнение ГОЗ и резкие скачки его размера формирует еще один пласт проблем: оборудование и люди могут использоваться с перегрузкой, что приводит к ускоренному износу оборудования и увеличению количества больничных у работников. В такой ситуации руководство стремится иметь запас ресурсов, что в свою очередь провоцирует усложнение системы управления и снижение адаптивности

всей системы в целом. Процессы принятия решений замедляются. Руководители всех уровней стремятся иметь еще больше оборудования и людей. В конечном итоге все упирается в количество свободных помещений и финансовых средств компании, которая резко теряет свою гибкость и эффективность. Накладные расходы растут, и тем самым снижается шанс выхода на гражданский рынок.

Кроме общих для ОПК экономических проблем, обусловленные системой ценообразования на выпускаемую продукцию, есть достаточно специфичные:

- секретность (ограничения доступа);
- сложности с покупкой/ремонтom оборудования в связи с санкциями;
- длительный и многостадийный процесс согласования каких-либо изменений, в который включены люди, не имеющие мотивацию для ускорения процесса;
- необходимость хранить оборудования в мобилизационных целях;
- нерентабельные заказы или работы, осуществляемые в целях сохранения технологии и компетенций работников;
- использование и/или хранение в производственном процессе оборудование и оснастку, принадлежащие заказчику;
- необходимость обеспечить личный контроль со стороны заказчика за проведением операций и процессов;
- корпуса и помещения постройки времен СССР;
- закредитованность производителей и наличие ограниченных возможностей по получению прибыли;
- наличие специфического или уникального оборудования, которое устанавливалась на этапе строительства корпуса, чье перемещение невозможно или неизбежно приведет к остановке производства и тем самым создаст риски срывов выполнения заказа;

- высокая вероятность не окупить затраты на проведение работ при прекращении заказа в ситуации невозможности свободного использования существующих технологий на гражданском рынке;

- высокая вариативность технологического процесса;
- длительность и многостадийность технологии.

В целом для ОПК задача повышения производительности решается путем масштабирования и/или модернизации оборудования на более высокопроизводительное за счет привлечения внешнего финансирования: это могут быть либо кредиты, либо целевое финансирование в рамках программ перевооружения.

Но даже если руководство предприятия решит реально развивать производственную систему с использованием принципов и инструментов БП, оно столкнется с еще одной проблемой – сопротивлением работников изменениям.

Наблюдается демографический провал среди работников ОПК [82]: средний возраст работников в ОПК выше 45 лет. Как уже было выше описано негативная ситуация с кадрами не уникальна в АО «ОНПП «Технология» им А.Г. Ромашина». Для понимания катастрофы, которую пережили предприятия ОПК в 90-х можно привести несколько цифр:

- количество предприятий сократилось на 68% [160];
- оборонный заказ на пике падения сократился в 14 раз;
- государственное финансирование НИОКР сократилось в 13 раз [161.]
- загрузка мощностей опустилась до 15 % [162];
- численность работников сократилась на 66%;
- общие бюджетные инвестиции в 58 раз [163].

В итоге для ОПК характерно нехватка наиболее активных и готовых к изменениям молодых работников, что приводит к негативным последствиям при попытке проводить радикальные изменения из-за следующих факторов:

- Агрессивно работающая личностная и групповая психологическая защита, характерная для давно сформированных и стихийно сплоченных коллективов [83].
- Сопротивление изменениям, обусловленное ценностями, характерными для возрастных работников [84]. Ситуация усугубляется сложностью вхождения в профессию из-за ее специфичности и отсутствия подготовленных специалистов на рынке труда в регионе. Многие работники воспринимают себя как незаменимые, и стремятся эту ситуацию укреплять.
- Недостаточный уровень информированности работников. Ситуация, обусловленная сформированными традициями в управлении, усугубляется выпуском продукции специального и военного назначения.
- Демотивация персонала, обусловленная негативной реакцией на рабочую среду (гигиенические факторы) [85].

Ряд работ, посвящённых различиям в ценностях работников разных возрастных групп [164, 165, 166.] показывают, что ценности всех возрастных групп можно разделить еще на две группы: общие для разных поколений и особые. В группу общих можно включить: личностный рост, достойная заработная плата и денежное вознаграждение. Группа особых обширнее и включает в себя: готовность работать в команде, желание публичного признания успехов, возможность проявить себя творчески, стремление иметь гибкий график, отношение к форме общения на работе и т.д. Также было выявлено, что в независимости от возраста, занимаемой должности, образования и размера зарплаты возможен дрейф в системе ценностей «развитие – безопасность» под влиянием таких факторов, как формирование собственной семьи, рождение детей и покупка жилья в ипотеку и т.п. Получается, как только молодой специалист заводит семью, у него рождаются дети и он покупает квартиру в ипотеку, что уменьшает шанс ухода его из компании (при конкурентоспособной зарплате по региону), и это позитивно для компании. Но одновременно снижается его готовность меняться и реализовывать изменения на работе.

Следующим пластом проблемы являются работники «монументы» и «незаменимые». В кризисную эпоху для ОПК эти люди смогли сохранить компетенции, при этом они годами подчас получали очень низкую зарплату и не могли полностью творчески саморазвиваться. И когда при росте заказа происходит найм новых сотрудников эти люди не стремятся делиться своими профессиональными секретами и всячески саботируют изменения, которые могут навредить их позиции незаменимых. В методологии БП важное место занимает стандартизация процессов и операций. Процесс, когда занятия и ноу-хау документируются. И именно этого они всячески стараются не допустить.

Но краеугольным камнем, мешающим привлекать новых и удерживать активных талантливых и мотивированных работников, является низкая на фоне лидеров гражданского рынка заработная плата. Согласно исследованию [168] среди наиболее крупных компаний РФ в 2020 году лидером по средней зарплате стала корпорация Объединенная судостроительная корпорация (ОСК) на 47 месте рейтинга со средней зарплатой 74,27 тыс. рублей, что в 3,5 раза ниже лидера НОВАТЭК. Хотя государство активно работает в направлении повышения средней заработной платы в ОПК и ситуация на фоне еще 10 - летней давности стала улучшаться, но она все еще неадекватна ответственности работников ОПК в вопросе суверенитета и благополучия всей страны их доходам.

Дефицит молодых специалистов и работников достиг такого уровня, что многие компании ОПК ввели у себя целевые программы обучения в ВУЗах [198]. Активных и талантливых школьников начинают «вести», помогая им поступить в ВУЗ на необходимую для будущего работодателя кафедру, помогают с прохождением практик и написанием научной итоговой работы.

Но даже, когда молодые сотрудники приходят, они очень быстро перенимают негативную культуру старых сотрудников.

Обозначим еще несколько препятствий, мешающие внедрению БП.

Ограничения, связанные с безопасностью. Одним из самых мощных инструментов в арсенале БП является карта потока создания ценности [167]. Ее построение в ОПК сопряжено с большой трудностью, и имеет ограниченную ценность из-за невозможности ознакомить с ней всех причастных к изменению. Ряд параметров карты является закрытой информацией.

Система вытягивания. Важный концепт, который лежит в основе БП, но есть существенные проблемы его реализации. Изначально система вытягивания в современном виде появилась в Тойоте [16]. И в дальнейшем на серийном производстве она себя зарекомендовала полезной. Но как уже было выше сказано, в ОПК заказ очень часто нетипичен для гражданского производства, а технология может быть долговременной в реализации, включать в себя материалы с ограниченным сроком годности, при одновременной высокой стоимостью как итоговой продукции, так и отдельных элементов, что формирования «супермаркетов» при высокой вероятности резкого завершения заказа, становится избыточно финансово обременительным и высоко рискованным действием.

При этом одновременно многие договора, имеющие жесткие сроки поставок, составлены так, что производителям комплектующих необходимо держать на складах большое количество уже готовой продукции, если оказывается, что производственный цикл длиннее, чем обозначенные в документах сроки. Это формирует потерю избыточных запасов, которая в свою очередь замораживает большое количество финансовых ресурсов и формирует потребность в организации мест хранения.

Секционные риски, длительные сроки заключения договоров и поставщики-монополисты создают для ОПК другую проблему: необходимость закупать и хранить материалы и детали для еще незаклученных договоров. А если учесть, что ряд материалов имеют ограничения по сроку годности, то ситуация может обостриться радикально, и поставить руководство компаний перед выбором: либо утилизировать сырье, либо запустить его в производство, даже при условии отсутствия гарантий его продажи.

В таких условиях компании ОПК стремятся по мере возможности самостоятельно производить комплектующие и материалы. Хотя при этом они теряют в эффективности и им приходится содержать на балансе не загруженные технологические цепочки, но это позволяет снизить риск срыва выполнения заказа из-за недобросовестного поставщика. Такая тактика диаметрально противоположна стратегии на гражданском рынке, и приводит к увеличению издержек и стоимости итоговой продукции. Причем данная ситуация возникла еще во времена СССР.

Даже проведение элементарного аудита рабочих мест в рамках работы по «внедрению» 5S может быть затруднено во многих структурных подразделениях из-за ограничения доступа посторонних, то есть кроме непосредственного руководства и самих работников попасть в ряд помещений невозможно. В этих условиях внешний контроль затруднен или полностью невозможен.

БП зародилась в демилитаризованной стране, которая находится под внешним управлением. Японии, как государству, навязали открытость процессов, их инкорпорировали в глобальные цепочки поставок. Но в ОПК ситуация ровно обратная. На первое место ставится национальная безопасность, сохранение секретов и строгое, своевременное выполнение заказов.

Это приводит к тому, что «гражданское БП» полноценно «внедрить» в ОПК не представляется возможным. Требуется скорректировать методологию и общие принципы использования философии БП.

1.4 Обоснование по использованию инструментов и принципов бережливого производства в целях повышения производительности в оборонно-промышленном комплексе

Основной закон любой технологии: «Производство продуктов потребления, необходимых обществу, должно осуществляться с наименьшими для данных условий времени и места затратами труда на единицу» [89].

Данный закон идеально соотносится с основной задачей БП, сформулированной Тайити Оно: «Все, что мы делаем – это смотрим на временную линию от момента, когда клиент делает заказ, до момента получения от него оплаты за выполненную работу. И глядя на эту линию, мы пытаемся ее уменьшить посредством удаления всех действий, которые не приносят ценности потребителю» [16]. Таким образом, главная задача специалиста, занимающегося развитием технологии (технолога) – это сокращение времени изготовления и снижение стоимости производства. Разработка новой технологии или совершенствование существующей являются инструментом достижения этой цели. Выбор того, будет ли разрабатываться новая технология или совершенствоваться существующая в ОПК во многом определяется военными заказчиками, что также близко к принципам БП. Военные заказчики имеют отличные от гражданских ценности, и это приводит к тому, что в их технических заданиях очень много требований, нехарактерных для гражданского рынка.

И если на гражданском предприятии возникает возможность изменить технологию, и анализ показывает целесообразность данных действий, то дальнейшие действия зависят от желания и объема необходимых ресурсов владельцев/руководителей бизнеса. В сфере ОПК такой свободы действий нет. Любое изменение технологии необходимо согласовывать с военным заказчиком, для которого наиболее важными являются: точность исполнения сроков, соблюдение технологии и надежность изделий. Каждое изменение технологии необходимо подтверждать многочисленными и дорогостоящими испытаниями, что делает данный процесс длительным и ресурсозатратным для производителя. Тем самым существенно снижаются инновационные возможности по развитию технологии, и повышается привлекательность бережливого подхода [90].

Основной причиной снижения надежности изделий военного назначения, как и других видов продукции, является дефекты. При разработке тех-

нологии для производства изделий ОПК в нее закладывают большое количество разнообразных проверок самого изделия и сырья для него.

К сожалению, столь большой массив проверок не позволяет гарантировать 100% отсутствие дефектов. Это связано, как с большим количеством сложно измеряемых параметров для неразрушающего контроля, так и очень жесткие механические, физические и геометрические требования к изделию. В данной ситуации фактически любое даже незначительное, с точки зрения гражданской продукции, отклонение переводит готовое изделие в разряд дефектных.

Дополнительные сложности создают неритмичность поставок комплектующих, мелкосерийность и очень жесткие требования по срокам выпуска продукции. Комплектующие для сборки изделия могут поступать за несколько дней до сроков отгрузки, и за это незначительное время необходимо провести полный спектр действий входного контроля, совершить сборку и провести полный цикл испытаний готового изделия. Это требует формирования идеологии «точно вовремя», которая является одним из стержней философии БП. Родоначальниками этой идеологии были предприятия ОПК еще в 1940-х годах в СССР [91].

Важным плюсом для компаний ОПК является, то, что БП позволяет решить ряд важных проблем:

- снижать издержки производства за счет незначительных улучшений на фоне выигрыша затрачиваемых средств, что позволяет поднять прибыль и при этом сдерживать рост цен, так как компании ОПК не имеют свободных механизмов формирования цены на свою продукцию;
- высокая себестоимость изделий, начиная с начальных стадий производства, его длительность и многостадийность, создает существенные экономические потери при возникновении дефектов, выявляемого на поздних этапах обработки. Чем быстрее будет выявлена причина дефекта, тем меньше рисков срывов сроков поставки будет возникать. Иначе компании

приходится усиленно заниматься перепроизводством, и этим увеличивать количество других потерь;

- за счет увеличения доли выполняемых работ для получения изделия (самостоятельное производство оснастки, модернизация оборудования, разработка программного обеспечения, производство исходного сырья необходимого качества, проведения НИРов и т.д.) возрастает количество работ, проводимых в компании, за счет снижения потребностей во внешних поставщиках. Все это создает предпосылки для перевода «лишних» людей на другие направления работы, что снижает потребность в резком сокращении рабочих. Это очень важно для сохранения позитивного импульса рабочих при развитии производственной системы с учетом принципов БП;

- уменьшение количества внешних связей позитивно сказывается на работе по сохранению коммерческой и, в особенности, государственной тайны;

- ускорение проведения работ и их согласования за счет отказа от использования тендеров и проведения большого количества переговорных и согласующих мероприятий.

Особенно эффективно философия БП может быть, когда производитель является монополистом в своей области и производит уникальную продукцию. В РФ среди предприятий ОПК существует продукция, не имеющая конкурентов, и ее производителям становится не очень выгодно работать над ростом доли гражданской продукции в своем ассортименте. В этой ситуации заказчику (МО) сложнее навязывать свои условия, а производителю невыгодно снижать стоимость изделий и работать над уменьшением потерь.

В качестве примера можно привести производство специальной керамики. Уникальные требования к материалу [9, 92, 93, 94], мелкосерийность и высокая стоимость готового изделия сильно ограничивают производителя в выборе технологий производства. Но для производства важно сократить время выполнения заказа.

Философия БП нацеленная на ускорение выполнение работ [16] отработала методологию и инструментарий, позволяющие оптимизировать все аспекты работы, включая логистику и организацию размещения оборудования. Японскими специалистами в области БП были выделены 7 видов потерь [100], среди которых можно выделить: избыточное перемещение людей; избыточное перемещение материалов; избыточное количество запасов. Разработаны инструменты: VSM или карта потока создания ценности, в которой обязательно отмечаются время, которое тратится на перемещения чего-либо (см. рис. 1.3) [35].

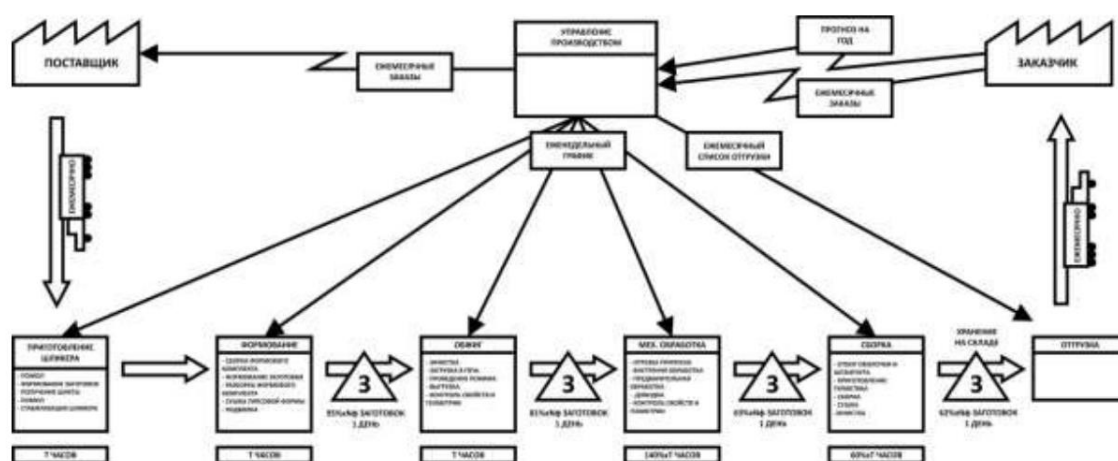


Рисунок 1.3 – Упрощенная карта ПСЦ изделий из стеклокерамики
(составлено автором) [10]

Отчет А3, который позволяет оптимально описать существующие факты, предлагать варианты и даже формировать план изменений (см. рис. 1.4) [101].

Анализ показал БП облегчает работу по оптимизации использования производственных площадей и логистики за счет сбора объективной информации и ее последующей оцифровки в метры, секунды и рубли. Для участников процесса вне зависимости от уровня в иерархии характерны инерция мышления и принятие существующий ситуации как незыблемой нормы [29]. БП – это коллективная работа, в которой приходится открыто обсуждать су-

существующие проблемы, без признания, которых невозможно полноценного развития. Таким образом формируется навык видеть потери.

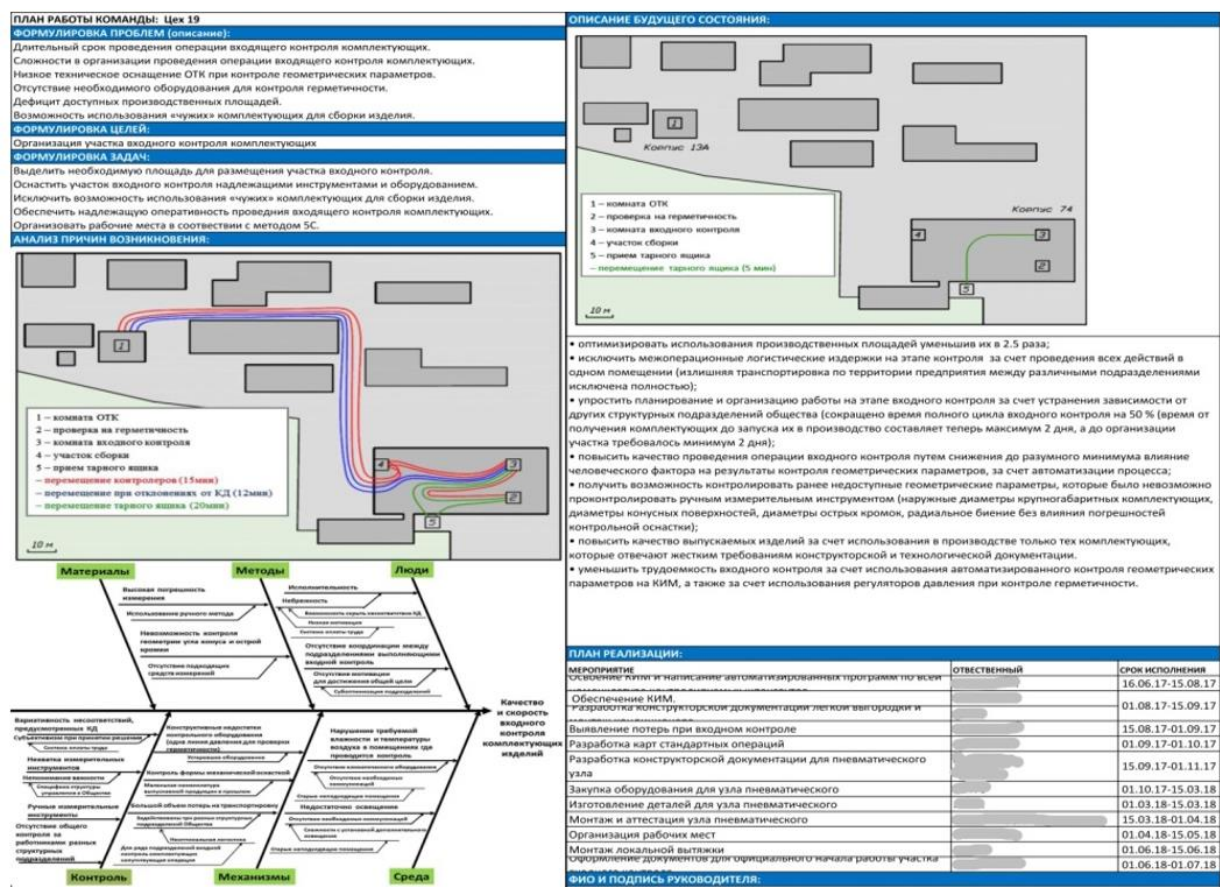


Рисунок 1.4 – Отчет А3 для проекта участка входного контроля комплектующих (составлено автором) [102]

В соответствии с ГОСТом [31] БП нацелено на включение в процесс развития производственной системы максимального количества людей. Полноценной методики вовлечения в ГОСТе нет. Хотя существует ГОСТ по БП [103] по обучению работников. В "ГОСТ Р 57524-2017. В Национальном стандарте Российской Федерации. Бережливое производство. Поток создания ценности" есть раздел 6.5, в котором рассказывается о вовлечении персонала в работу по циклу PDCA. Кроме того, существует ГОСТ в менеджменте качества, посвященный вопросу вовлечения персонала [104]. В нем можно найти тезисы и общие рассуждения. Возникает парадоксальная ситуация:

есть реально работающая философия, основанная на максимизации вовлечения работников в процесс развития производственной системы, но нет готовых схем реализации с детализированными этапами и готовыми инструментами.

Наиболее важным элементом является система Кайдзен. При изучении этой системы западными экспертами произошло недопонимание сути из-за серьезных различий в мировоззрении. Фокус внимания с вовлечения был смещен на получения идей, имеющих экономический эффект [105, 106, 107, 108, 109]. По факту это привело к тому, что в РФ предложения по улучшению стали понимать, как упрощенные и лишённые бюрократии рационализаторские предложения (РП). Для лучшего понимания сути Кайдзена важно понимать мировоззрение японцев [110].

Под влиянием синтоизма у японцев сформировалось мировоззрение, что новые знания – это награда от богов за упорный труд и самостоятельное понимание замысла богов - Коми. В свою очередь Коми в ответ за поклонение одаривают своих почитателей путем помощи на пути совершенствования окружающего мира. Причем награда приходит при жизни и не обещает предпочтений после смерти. Таким образом, нормальное течение жизни — это движение от хорошему, к лучшему под чутким, но незримым руководством Коми. Это формирует в людях позитивное отношение к изменениям в принципе. [195].

В свою очередь учение Дзен, формирует у последователей убеждение, что жить нужно здесь и сейчас, нужно усердно трудиться и самосовершенствоваться для улучшения своей жизни и положения в обществе [196]. Фактически Кайдзен - это религиозный концепт, и пример компаний в Японии показывает, что большинство предложений нацелены на улучшение условий труда и отдыха самих работников [111, 112, 197]. Изначальная цель не в получение экономического эффекта, а в улучшении жизни и развитии работников. В Японии система Кайдзен – это система мотивации персонала, компания предоставляет возможность улучшить работникам, то, что они считают

важным и нужным, и приблизится к пониманию замыслов Коми. В России очень часто при рассмотрении методологии Кайдзен «отбрасывают» религиозный аспект и тем самым фактически теряют суть, и как следствие очень часто рекомендуется денежно поощрять работников за подачу предложения, но в ответ требуют, чтобы предложение получило при своей реализации экономическую выгоду для компании. Тем самым происходит полное искажение изначальной сути Кайдзена. Сначала компания через Кайдзен улучшает жизнь работника, и постепенно при все полной реализации его потребности работник через повышение приверженности и доверия начинает активнее предлагать идеи, приносящие пользу ему, но уже не напрямую, а через улучшения благосостояния фирмы, что выльется в очередное улучшение для самого работника.

Следующим важным каналом увеличение вовлеченности стало систематическое обучение. Работники с пожизненным наймом, стремясь сохранить свой почётный неофициальный статус с готовностью повышают свою профессиональность и полезность для компании [113]. Компания вкладывает деньги в развитие персонала, работники повышают свой профессиональный уровень и лояльность по отношению к компании. Важным условием успешности данной схемы – достаточный уровень зарплаты, который при пожизненном найме растет вместе со стажем работы и достижениями работника [114]. В ОПК много уникальных технологий и специалистов. И компаниям приходится самостоятельно обучать своих работников.

Анализ работ [115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124,125] показал, что в вопросах повышения производительности авторы концентрируют свое внимание на области, в которой они профессионалы (см. таб. 1.3), когда необходимо повышать производительность на 5-20% в год этот подход действенный. Но в ситуации, когда в течение нескольких лет необходимо повысить объем производства в несколько раз, без капитального строительства, с минимумом инвестиций и остановки действующего производства, необходимо задействовать все возможные направления для повышения производи-

тельности, дающие в сумме синергетический эффект. В данной ситуации отсутствуют мелочи и малозначимые моменты.

Главным тормозом при поиске решений становится сам человек, его инерция мышления. От руководства и исполнителей требуется системное мышление, основанное на фактах. Новая философия [73], базирующаяся на том, что не бывает нереализуемых задач.

По факту руководство производства специальной керамики первоначально рационально обратилось к инструментарию теории ограничения систем. Это позволило оперативно увеличить производительность и уменьшить разрыв между возможностями и потребностями. При этом было:

- увеличено количество смен, наняты новые работники;
- введено бригадное управление, изменена система управления;
- организовано техническое бюро и заводская лаборатория;
- расширились узкие места – куплено новое оборудование.

Но позитивный эффект от преобразований частично нивелировался:

- ростом дефектов;
- увеличением простоя оборудования;
- сложностями с управлением;
- недостатками логистики;
- сопротивлением работников изменениям.

Таблица 1.3 – Сравнительный анализ решений по повышению производительности (составлено автором)

	Сократить непроизводительные потери рабочего времени	Найм новых работников	Совершенствовать организацию производства	Улучшить систему управления	Снижение трудоемкости	Сдельная оплата труда	Повышение цены продукции	Увеличение фонда работы оборудования	Повысить эффективность системы управления охраной труда	Аутсорсинг	Повышение качества трудовых коллективов	Замена устаревших рабочих мест	Снижение уровня стресса	Закрытие низкорентабельных производств	Автоматизация	Модернизация оборудования	Изменение мышление	Организация рабочих мест	Мотивирование	Дисциплина	Усиление внутрифирменного планирования	Новые технологии	БП	Найм обслуживающего персонала	Создание лаборатории научной организации труда	Ведение и/или изменений КРІ	Капитал	Повышение оплаты	Цифровизация	Модернизации системы российского образования	
Кузнецова М.Н. [118]	+		+	+					+																						
Лошаков А.С. [121]			+							+	+	+	+	+																	
Лоос Д.С. [120]															+	+															
Ананьев А.А. [115]																	+	+	+	+											
Огородникова Т.С. [123]	+																			+				+							
Хвостикова В.А. [125]					+		+	+																							
Селезнева Т.О. [124]		+				+																									
Малышев Д.С. [122]									+	+					+								+		+	+		+	+		
Корогодин И.Т. [117]																											+	+			
Кузьбожев Э.Н. [119]		+						+							+	+															
Громова Н.В. [116]			+								+				+							+								+	+

Это не позволило полноценно реализовать преимущества подхода теории ограничения систем. Требовались более радикальные изменения. При этом было выделено три основных направлений требующих усилий:

- уменьшение количества дефектов;
- сокращение потерь;
- вовлечение работников в процесс развития производственной системы.

2 ДИАГНОСТИКА РЕСУРСОВ ПОВЫШЕНИЯ ЭФФЕКТИВНОСТИ ПРОИЗВОДСТВА НА ОСНОВЕ КОНЦЕПЦИИ БП ЗА СЧЕТ УСТРАНЕНИЯ ДЕФЕКТОВ

2.1 Организация управления анализа процесса производства специальной керамики с использованием инструментов бережливого производства

Стеклокерамика на основе системы $\text{Li}_2\text{O} - \text{Al}_2\text{O}_3 - \text{SiO}_2$ – поликристаллическое твердое тело, которое получают путем контролируемой кристаллизации стекол специального состава. Технология производства изделий из стеклокерамики вобрала в себя, как элементы стекольной, применяемой для получения пирокерама, так и керамической (кварцевая керамика) технологий. Принципиальная технологическая схема на основе литийалюмосиликатного (LAS) стекла по технологии керамики на рисунке 2.1. [8, 9]

Керамическая технология получения стеклокристаллических материалов является альтернативой стекольной технологии, которая позволяет удешевить производство габаритных изделий. Технология производства хорошо изучена, и эволюция ее развития отражена в более сотни научных работ и патентов. Переход на новую технологию позволил снизить себестоимость производства и уменьшить негативное влияние на экологию.

Уменьшение влияние на окружающую среду достигается за счет:

- возможности использовать повторно материалы в случае возникновения неисправимых дефектов;
- снижение выбросов CO_2 из-за снижения температуры спекания и отказа от газовых высокотемпературных печей;
- уменьшение коэффициента запуска, и соответственно количества отводов и затрат энергии (газа) для производства бракованных заготовок;
- снижение токсичных веществ в исходной шихте, из которой потом получают материал для изделий.



Рисунок 2.1 – Принципиальная технологическая схема изготовления изделий на основе литийалюмосиликатного стекла (составлено автором) [10]

Технологии керамики входят в большую группу многостадийных технологий. В них каждая стадия технологического процесса оказывает существенное влияние на последующие стадии и на характеристики итогового изделия. Любые изменения в производственном процессе или исходном сырье могут повлиять на качество продукции [95, 96, 97].

Фактически на данном уровне развитии технологий и, в частности, технологий изделий из керамики дефекты неизбежны. Вопрос в том, насколько уровень будет высок, и какой характер он будет носить. Это может быть внутренний (обнаруженный еще на стадии производства) дефект или внешний (выявленный уже у заказчика), а также по его характеру (исправимый или окончательный).

В процессе производства некоторые дефекты могут возникать и выявляться сразу после завершения технологической операции. Однако часто их

действие проявляется только на следующих операциях. Последнее существенно усложняет выявление причин возникновения дефектов. Поиск виновников ухудшает рабочую атмосферу на производстве. Последствия дефектов могут приводить к существенным экономическим проблемам.

В случае с технологией специальной керамики из литийалюмосиликатной керамики ситуация усугубляется несколькими негативными для технологических моментами:

- малосерийность, что сразу снижает полезность и применимость статистических инструментов на повышение качества;
- неритмичность производства, изделия производят непостоянно, а в соответствии с заказом, после возобновления производства, материалы, используемые, как для самого изделия, так и оснастки, могут измениться, и «настройку» технологии надо проводить заново;
- большие габариты, масса и сложная форма изделий из специальной керамики, с учетом усадки изделия, существенно усложняют процесс его создания;
- низкая автоматизация производства, обусловленная как малосерийностью производства, так и спецификой отрасли, и отсутствием готовых решений.

Кроме чисто технологических сложностей, существуют организационные, правовые и культурологические ограничения, мешающие активной работе по устранению дефектов в производстве.

Статья 156 Трудового кодекса РФ посвящена порядку оплаты труда при изготовлении продукции, оказавшейся браком.

Полный брак по вине работника оплате не подлежит. Более того, на работника в этом случае может быть возложена материальная ответственность за порчу материалов в размере причиненного ущерба, но не свыше своего среднего месячного заработка (полная материальная ответственность может иметь место только в случаях, предусмотренных законом) [98].

Данная норма провоцирует работников ради ухода от наказания скрывать дефект или пытаться вину за его возникновение перенести на другого работника. Это мешает реализовать главный принцип БП – открытое признание проблем, что в свою очередь на следующем витке формирования внутрицеховой культуры производства провоцирует устремление «упростить себе жизнь» за счет отказа от ряда сложных/непонятных по назначению/не приятных действий. Постепенно уровень отклонений поведения становится настолько велик, что создает «круговую поруку» внутри коллектива. Вся объективная информация «цензурируется» внутри каждого уровня коллектива. Получить объективную информацию о протекании процессов на производстве становится сложно реализуемой задачей, требующей большого количества времени и терпения.

Перебороть данную негативную ситуацию исключительно за счет давления на коллектив увеличением количества контролеров и количества проверок, либо повышением заработной платы за снижение дефектов, очень сложно, или даже невозможно [99].

Отдельно можно отметить ситуации, связанные с недостаточной проработанностью формулировок определения отклонений в параметрах и свойствах специальной керамики, обусловленная отсутствием соответствующих ГОСТов и недоработками в технической и юридической документации. Часто сторона заказчика может считать то или иное отклонение от идеального образа изделия в одних ситуациях – бракованным, а в других – качественным.

Научное производство в ОПК имеет ряд существенных отличий от гражданского рынка: специфичная продукция; жесткие требования заказчика по объему и срокам производства; фактическое отсутствие конкуренции во многих областях; **высокие требования к качеству**; большое количество **обязательных проверок ОТК**; секретность; длительность и не прозрачность договорных процессов; западные санкции; **сложности внесения изменений в технологические процессы, субъективизм при входном контроле мини-**

стерства обороны и т.д. А до 2019 года еще и отсутствие мотивации у компаний по снижению себестоимости производства из-за специфики ценообразования, что приводило к росту себестоимости производства и тем самым крайне затрудняло выход компании на гражданский рынок [126, 127, 128].

Вопрос качества является одним из самых важных для министерства обороны. У специальной керамики с размерностью по длине до 1500 мм и диаметром до 500 мм отклонение от заданного контура на 0,1-0,01 мм считают дефектом.

В технологии изготовления специальной керамики, как и в любой другой многостадийной технологии каждый этап может существенно повлиять на последующие и непосредственно на качество конечного изделия. При этом структура материала претерпевает изменения, подчас необратимые, в которых неизбежно возникают дефекты, что ухудшает эксплуатационные и внешние свойства керамического изделия [95, 96, 97, 129, 130].

При этом все дефекты можно условно разделить на две группы: уникальные для конкретных операций и общие. Но даже для общих дефектов можно делать предположения, когда он возник, если проводить многочисленные и разнообразные проверки после каждой операции. Таким образом формируется потребность к большому количеству контрольных мероприятий (более 50) по всей технологической цепочке.

Специфичность технологии, жесткость требований к качеству и большое количество проверок неизбежно приводит к высокому уровню технологических потерь. Из-за чего на производстве был введен такой показатель как - коэффициент запуска ($K_{\text{зап}}$), который выражает отношение запущенных в производство изделий к количеству годных. Дополнительно для выявления отклонения от нормы на отдельных операциях были введены пооперационные коэффициенты запуска, которые при перемножении дают общий коэффициент запуска $K_{\text{зап}}$:

$$K_{\text{зап}} = K_{\phi} \cdot K_o \cdot K_{\text{мо}} \cdot K_c = \frac{N_{\phi}}{N_o} \cdot \frac{N_o}{N_{\text{мо}}} \cdot \frac{N_{\text{мо}}}{N_c} \cdot \frac{N_c}{N} = \frac{N_{\phi}}{N} \quad (2.1)$$

где K_{ϕ} – коэффициенты запуска на операциях формования;

K_o – коэффициенты запуска на операциях обжига;

$K_{\text{мо}}$ – коэффициенты запуска на операциях механической обработки;

K_c – коэффициенты запуска на операциях сборки;

N_{ϕ} – количество отформованных заготовок;

N_o – количество заготовок, переданных на обжиг;

$N_{\text{мо}}$ – количество заготовок, переданных на механическую обработку;

N_c – количество заготовок, переданных на сборку;

N – количество изделий, переданных на склад [10].

Факт возникновения дефекта фиксируют на той операции, на которой он был обнаружен. Соответствующий подход удобен и прост для фиксации ситуации и планирования работы, но породил в рабочем коллективе негативную практику. Если в течение определенного срока на какой-либо операции пооперационный коэффициент запуска превышал установленную руководством норму, следовало наказание. Это привело к тому, что сам факт выявления дефекта независимо от причины его возникновения по возможности скрывался. Тем самым ухудшалось взаимодействие между работниками разных участков и искажалась объективная информация, что усложняло работу технологам.

Из-за разницы в материале, размере и отработанности технологии специальной керамики $K_{\text{зап}}$ в мелкой серии колеблется от 1,5 до 3,5. Таким образом, для получения 100 годных изделий в производство приходится запускать от 150 до 350 заготовок.

Весь процесс изготовления изделий из специальной керамики из стеклокерамики можно разделить на несколько основных этапов:

- приготовление шликера;

- формование заготовки;
- обжиг;
- механическая обработка;
- сборка готового изделия [131].

И для каждого этапа можно на основе статистических данных за определенный период рассчитать соответствующий пооперационный коэффициент запуска.

Подробно рассмотрим цифры $K_{\text{зап}}$, взяв за основу значения 2018–2021 годов для одного из видов специальной керамики (см. таб. 2.1). Полученные за данный период данные показывают, что на одном комплекте оборудования в среднем можно получить $\sim 0,38\% \times N_{\text{ф}}$. Сразу после формования сотни заготовок обычно пять заготовок уходят в брак. И на следующий этап передают ~ 95 заготовок ($95\% \times N_{\text{ф}}$). Обжиг увеличивает количество забракованных заготовок еще примерно на 26 штук, после чего на механическую обработку отправляется ~ 69 ($69\% \times N_{\text{ф}}$). На следующем этапе выявляют еще примерно 20 заготовок с дефектами, и на участок сборки попадает примерно 39 ($39\% \times N_{\text{ф}}$). На этом участке риск испортить заготовку один из самых маленьких среди всех этапов, и коэффициент запуска составляет 1,03. В итоге на склад после прохождения военной приемки попадает ~ 38 готовых к отгрузке изделий.

Имея данные цифры для анализа, руководством была выстроена стратегия повышения производительности. После начала быстрого роста заказа был начат процесс увеличения количества оборудования и количества людей. Акцент руководства был сделан на операции рекордсмены по количеству дефектов, выявляемых на них механической обработке с ее $K_{\text{зап}}$ 1,77 и обжиг с $K_{\text{зап}}$ 1,37. Началась активная и плодотворная работа по покупке нового оборудования, которое начали размещать на любых доступных площадях. Это быстро привело к усложнению логистики, снизило управляемость. Для нахождения дополнительных площадей требовалось прикладывать все больше усилий и затрат.

Начали увеличивать количество смен, это потребовало найм большого количества новых людей. С новыми работниками возникали проблемы. На региональном рынке труда отсутствовали готовые специалисты по целому ряду операций. Приходилось нанимать неопытных сотрудников и в процессе работы обучать. Большое количество новичков увеличили общее количество дефектов, что привело к снижению производительности. Работа в три смены привела к росту выхода оборудования из строя. Это в свою очередь снизило производительность.

В итоге не получалось сохранить пропорции рост количества оборудования и работников и рост производительности. И с каждым новым станком и сотрудником ситуация ухудшалась.

Таблица 2.1 – Методика расчета пооперационного коэффициент запуска (составлено автором)

	Операция				Общий
	Формование	Обжиг	Механическая обработка	Сборка	
Коэффициент запуска	1,05	1,37	1,77	1,03	2,62
Количество годных заготовок	$\sim 95\% \times N_{\phi}$	$\sim 69\% \times N_{\phi}$	$\sim 0,39\% \times N_{\phi}$	$\sim 0,38\% \times N_{\phi}$	$\sim 0,38\% \times N_{\phi}$

Цифры, приведённые в таблице, являются усреднёнными за 3 года. Такая ситуация создает высокую неопределённость и затрудняет планирование. Из-за длительного цикла производства и невозможности оперативно реагировать на изменение количества дефектов, приходится сознательно заниматься перепроизводством и увеличивать количество незавершённой продукции. Это приводит к замораживанию больших денежных средств предприятия, заставляет искать место для хранения заготовок (незавершенного производства), увеличивать количество и продолжительность перемещений

людей и заготовок, сильно снижает оперативность реагирования на вновь появившиеся дефекты, снижает мотивацию работников и т.д.

Для анализа возникновения причин таких проблем (потерь) в философии БП рекомендуют построить карту потока создания ценности (value stream mapping) [32]. Создание такой карты длительный и трудоёмкий процесс, включающий в себя несколько этапов: сбор объективной информации, ее обобщение, графическое отображение полученных данных на бумажный носитель. Карту необходимо формировать вручную [132], это обусловлено ее объемностью (длиной), когда для одного участка в длинной цепочке производства карта может достигать в длину 6 и более метров.

Ценность ПСЦ в том, что она позволяет: обобщить видение процесса производства с большим количеством вовлеченных; приучает «оцифровывать» процессы за счет выражения их в единых и доступных единицах измерения (рубль, секунда, метр); выявить большое количество потерь; упростить понимание того, что мешает получить равномерный поток создания ценности; выявить узкие места; выявить взаимосвязи между информационным и производственным потоком управления. Для этого все действия в ПСЦ в процессе оцифровки разделяют на три группы:

- действия, несоздающие ценности для потребителя, которые в последствии нужно убрать или максимально минимизировать;
- действия несоздающие ценности для потребителя, которые невозможно убрать из-за требования законодательства, правил, договоров и т.д., но которые необходимо минимизировать;
- действия создающие ценности, для потребителя.

В работе представлена упрощённая карта ПСЦ для изделия из материала ОТМ-357 (рис. 1.7). Это связано с тем, что процесс производства ИРН для ВЛА имеет большое количество входящих в него процессов и операций, для которых используют большое количество видов оборудования (более 25) и оснастки (более 100). Дополнительную сложность для создания ПСЦ создает исторически сложившаяся организационная структура предприятия, требо-

вания, предъявляемые к полуфабрикатам, большое количество проверок ОТК.

В философии БП анализ ПСЦ начинают с его конца [132.]. В рамках темы данной работы поток заканчивается на стадии сборки готового изделия. K_c на данном этапе составляет 1,03. И хотя для крупносерийного производства данный коэффициент может казаться существенным, при производстве ИРН для ВЛА, это один из самых низких показателей. Это обусловлено малым количеством проводимых операций на данном этапе; отсутствием дефектов (к этому этапу заготовку проверили более 50 раз); хорошей научной и практической проработке операций [133, 134, 135, 136, 137]; автоматизацией процесса приготовления герметика.

Следующий этап – механическая обработка заготовки. Именно после ее успешного завершения и окончательной проверке в ОТК изделие уходит на сборку. Данный участок выделяется на фоне всех остальных этапов наибольшим коэффициентом запуска (1,77), количеством задействованных работников и станков, и, соответственно, занимаемой площадью. Данная ситуация привела к тому, что именно участок механической обработки долгое время был узким местом в потоке создания ценности. В связи с чем данный участок стал объектом активных научных исследований [138, 139, 140].

Покупка новых ЧПУ станков и механизация производства не позволили кардинально изменить ситуацию. Дополнительную сложность создавал постоянно растущий план выпуска продукции. Это в итоге привело к необходимости перевода участка на 3 сменную работу и даже нанимать новых работников. Из-за специфики материала, новым работникам не хватало опыта, а круглосуточная работа станков стала приводит к более частому выходу их из строя. Это, в свою очередь, привело к необходимости увеличивать штат специалистов, занимающихся обслуживанием и ремонтом станков.

Перед механической обработкой следует операция обжига заготовки. Данную операцию характеризует то, что она имеет второй по размеру коэффициент запуска (1,37) среди всех рассмотренных операций и занимает

наибольшую продолжительность. Операция обжига совмещена с операцией кристаллизации исходного материала ОТМ-553. Для обжига используют современные электрические печи, позволяющие достичь равномерности температурного поля $\pm 5^{\circ}\text{C}$. Данная операция хорошо научно исследована [141, 142, 143] и отражена в патентах [144, 145].

До операции обжига идет операция формования заготовки. Это наиболее многоступенчатая операция, включающая в себя достаточно большое количество вручную выполняемых операций и действий. При этом применяют большое количество оснастки. Коэффициент запуска у этой операции один из самых низких и составляет 1,05. Работу начинают с подготовки и сборки формового комплекта; заливки шликера в гипсовую форму; формирования (набор массы) заготовки в форме; подвялка (сушка) заготовки; зачистка заготовки; разборка формового комплекта; сушка гипсовой формы перед следующей заливкой шликера. Развитие технологии формования заготовок такого вида в гипсовой форме методом шликерного литья хорошо описана в научной литературе и имеет большое число патентов [129, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153].

Завершает рассмотрение производственной цепочки первый этап в производстве - приготовление шликера, который включает в себя подготовку сырья для загрузки в шаровые мельницы, помол в шаровых мельницах с мелющими телами, стабилизацию водного шликера в шаровых мельницах. На данном этапе не ведется расчет коэффициента запуска, но полученный шликер запускают в производство только после его полного соответствия техническим характеристикам, за соблюдением которого следит специально организованная цеховая лаборатория. Вопрос помола, стабилизации и свойств шликера подробно описаны в ряде работ [154, 155, 156].

Проведенный анализ показал, что можно получить прибавку производительности, если уменьшить количество первичных и вторичных дефектов в технологии. Снижение позволит при наличии идентичного количества оборудования и работников достичь несколько выигрышей: рост производи-

тельности за счет исключения затрат человеко- и станков часов на дефектные изделия, сокращение расходов на ресурсы и материалы; ускорение производственного цикла, за счет снижения количество операций устранения дефектов; уменьшение потерь из-за необходимости хранить завершенную продукцию и незавершенные производственные запасы; улучшение микроклимата в подразделениях за счет уменьшения конфликтных ситуаций; упрощение сбора фактической информации; ускорение реакции на выявленный брак; высвобождение оборотных средств; повышения гибкости производства на изменения заказа; экономия полезных площадей используемых для хранения готовой продукции.

2.2 Виды дефектов в технологии специальной керамики и анализ возможных причин их возникновения

Собранные данные позволили провести первичный анализ для определения наиболее результативных направлений работы. В соответствии с философией БП было решено использовать несколько инструментов: «диаграмма Исикава» и «диаграмма Парето».

Ценность диаграммы Парето заключается в возможности наглядно и убедительно обосновывать выводы и предложения по улучшению существующей ситуации с дефектами. Автором методологии считается Джозеф Джуран. Он утверждал, что наибольшее количество потерь связано, чаще всего, с небольшим количеством причин [157]. Для адекватного построения диаграммы Парето важно выбрать наиболее часто встречаемые виды дефектов. На предприятии существуют внутренний стандарт, регламентирующий дефекты:

- трещины (рис. 2.2a) – нарушение сплошности материала, длина и глубина которого существенно превышает ширину;
- открытая пора (раковина) (рис. 2.2b) – углубление любой формы и размера как на обработанной, так и на необработанной поверхности;

- разнотонность (разноцветность) (рис.2.2с) – часть поверхности, отличающаяся по цвету (оттенку) от остальной поверхности изделия;
- скол (рис. 2.2d) – нарушение поверхности в результате скалывания части материала;
- включение (рис. 2.2е) – включение, отличающееся от основного материала по химическому составу и структуре;
- неравноплотность – неоднородность структуры и плотности материала по поверхности;
- недолив – не полностью заполненная шликером, гипсовая форма, приводящая к несформированности верхней части заготовки.



а) Трещина



б) Раковина



е) Включение



с) Разнотонность



д) Скол

Рисунок 2.2 – Виды дефектов, выявляемые на участке механической обработки: а) трещина, б) раковина, с) разнотолщинность, д) скол, е) включение (составлено автором) [10]

Была собрана статистика по количеству видов дефектов за год. По результатам проведенного анализа была построена диаграмма Парето (см. рис. 2.3), на которой красным выделено два наиболее часто встречающихся дефекта – трещины и раковина. На их долю приходилось 73% всех дефектных заготовок. Исходя из рациональности было решено сконцентрировать свое внимание именно на этих дефектах и выявить возможные причины их появления.

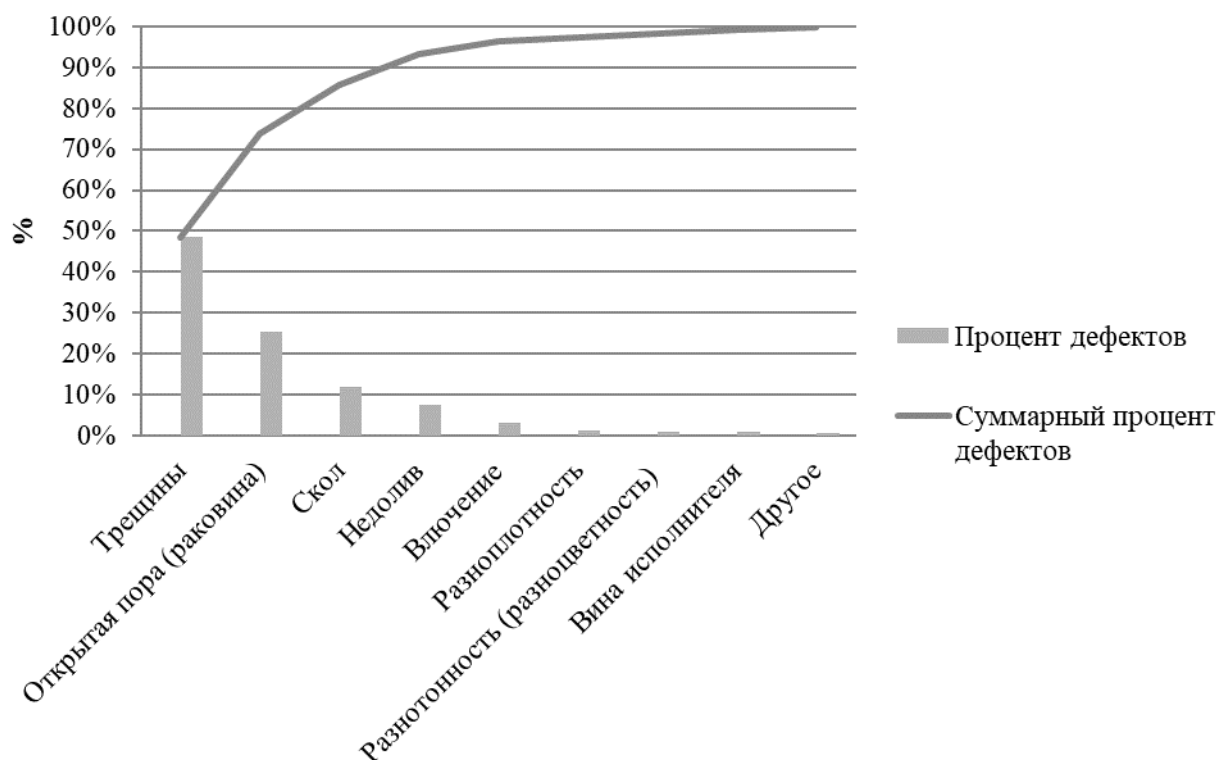


Рисунок 2.3 – Диаграмма Парето по выявленным видам критических дефектов (составлено автором) [10]

После сбора данных и их обобщения была начата работа по выявлению факторов, влияющих на появление критических дефектов. Для нахождения первопричин возникновения потерь использовали наиболее популярные и часто используемые инструменты из арсенала БП: наблюдение, «5 почему», диаграмма Исикавы.

При построении диаграмма Исикавы все источники причин возникновения дефектов разделяют на 6 групп: внешняя среда, методы контроля, ма-

териалы, механизмы, методы работы, работники [23]. Для трещин (см. рис. 2.4) и пор (см. рис. 2.5) были построены соответственные диаграммы.

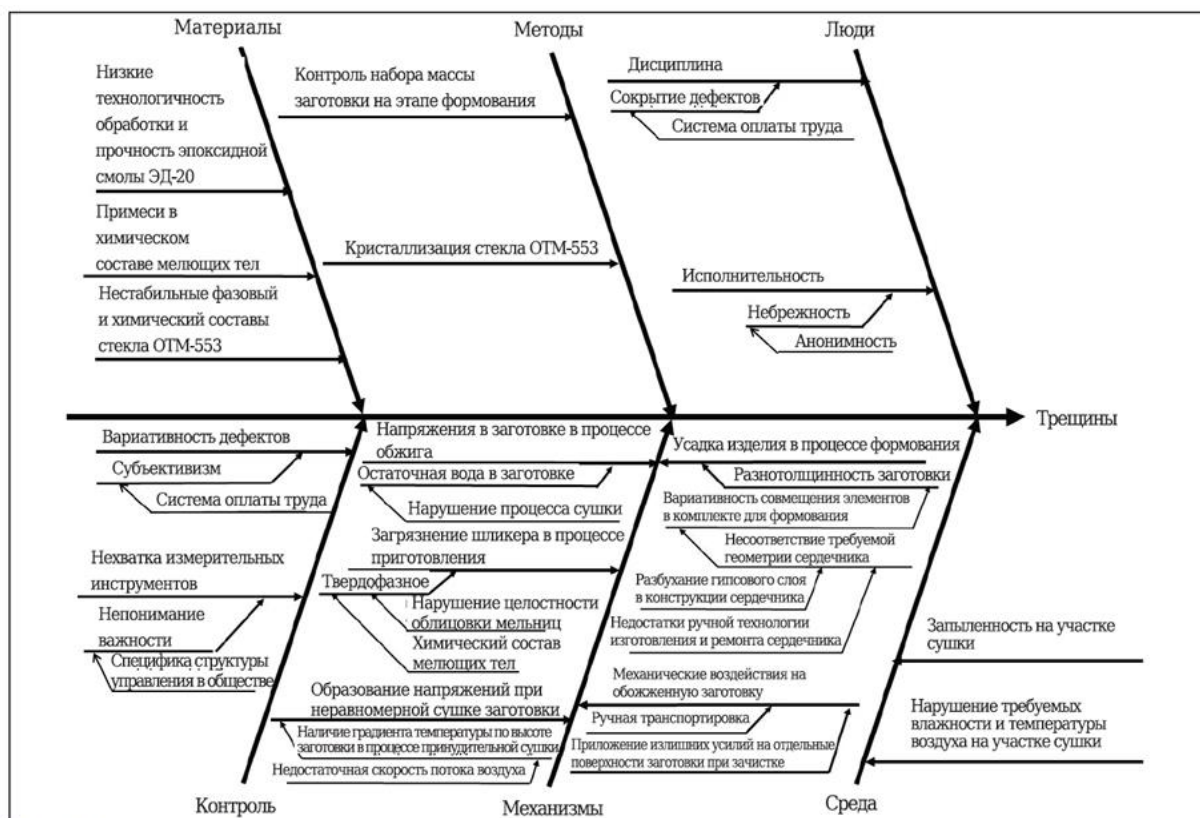


Рисунок 2.4 – Диаграмма Исикавы для критических дефектов трещин (составлено автором) [10]

После выбора направления приложения усилий, в соответствии с системным подходом по повышению качества (цикл Деминга (**PDCA**)²) [!!!] был проведен повторный и углубленный анализ операций формования заготовки, ее обжига и механической обработки.

Анализ включил в себя – наблюдение за выполнением операций, просмотр видеозаписей, изучение журналов обслуживания оборудования, состояние оборудования, станков и оснастки; соответствие требованиям и стандартам материалов и сырья; параметры окружающей среды; условия на рабочих местах; соответствие методик контроля и их оснащение; результаты ат-

² «Цикл Шугарта-Деминга – это эффективная модель управления качеством, оптимизация всех бизнес-процессов. Применяя такую технику, можно улучшить показатели в любой сфере деятельности. Нужно тщательно изучить все процессы, чтобы найти недостатки, слабые места и устранить их» [119].

тестаций; контрольные листки; анализ причин больничных листов и их количества и т.д.

По факту проведенного анализа выяснилось, что такие факторы как контроль, система управления, состояние окружающей среды, влияние работников (исключение составили отдельные случаи халатности), состояние станочного парка оказали несущественное влияние на количество критических дефектов.

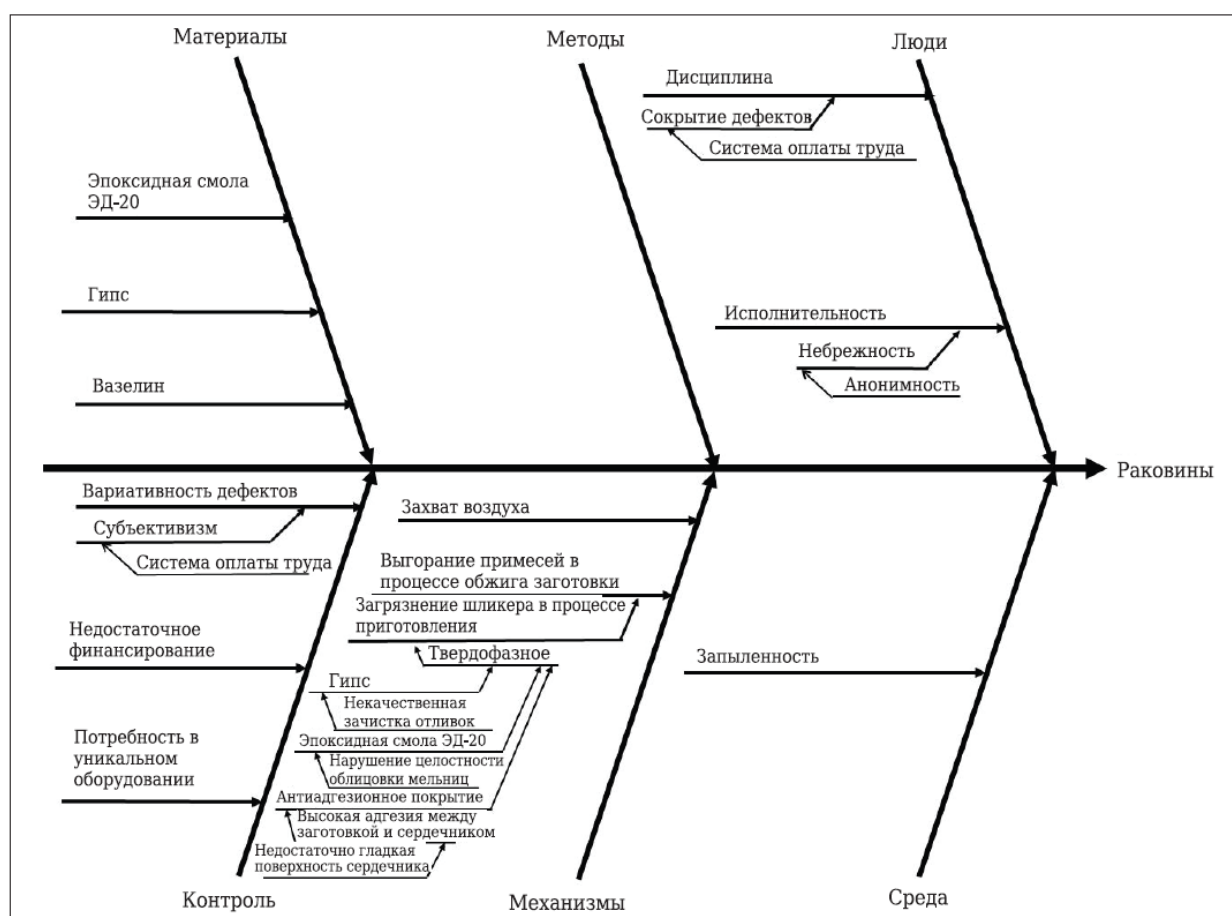


Рисунок 2.5 – Диаграмма Исикавы для критических дефектов раковины
(составлено автором) [10]

Подробный анализ и исследование дефектов, выявленных на операции механической обработки, показал, что большинство дефектов просто не могли возникнуть только при механической обработке. Внешний вид раковин (пор) показал, что они возникли на этапе формования.

По мере изучения дефектов стало понятно, что их можно квалифицировать по двум критериям (см. рис. 2.6):

- уникальные и универсальные;
- первичные и вторичные.

Уникальные дефекты – это дефекты, у которых можно четко определить этап технологии или источник воздействия, приведший к данному дефекту.

Универсальные дефекты – это дефекты, у которых сложно или невозможно определить точно этап технологии или источник воздействия, который привел к данному дефекту.

Первичные дефекты – это дефекты, возникшие из-за нарушений или несоответствия технологии; отклонения параметров оснастки (сколы, трещины и т.п. на оснастке), из-за некорректности работы оборудования, нарушение процессов (толчки, удары и т.д.).

Вторичные дефекты – это дефекты, которые возникли из-за первичных дефектов в оснастке, оборудовании и т.д.

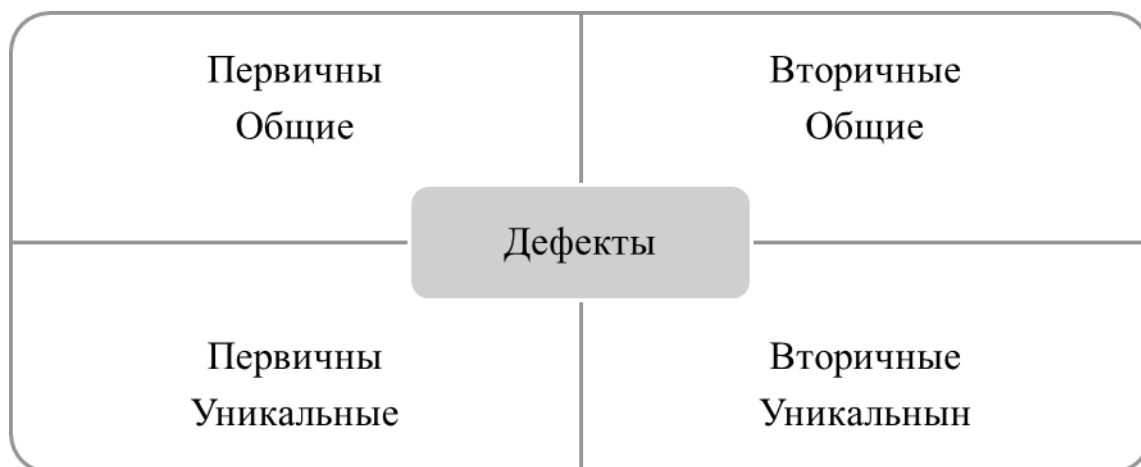


Рисунок 2.6 – Классификация дефектов (составлено автором)

Проведенный анализ возможных причин возникновения дефектов-трещин выявил их большее количество, чем предполагалось. Исследование разреза трещин показало (см. рис. 2.7), что в ряде случаев они возникли в

процессе или после операции обжига, а в других, еще на операциях формования. Был определен круг причин, которые могли приводить к появлению трещин в заготовках на стадии формования, ими оказались – напряжения и ударные нагрузки при извлечении сердечника из формы после завершения формования; при извлечении заготовки из гипсовой формы; при перемещении заготовки между операциями; при изменении положения заготовки при зачистке; избыточные напряжения в стенке заготовки при усадке из-за ее разнотолщинности из-за некачественной оснастки; неравномерный набор заготовки вследствие некачественного гипса в форме или загрязнения рабочей поверхности гипсового слоя.

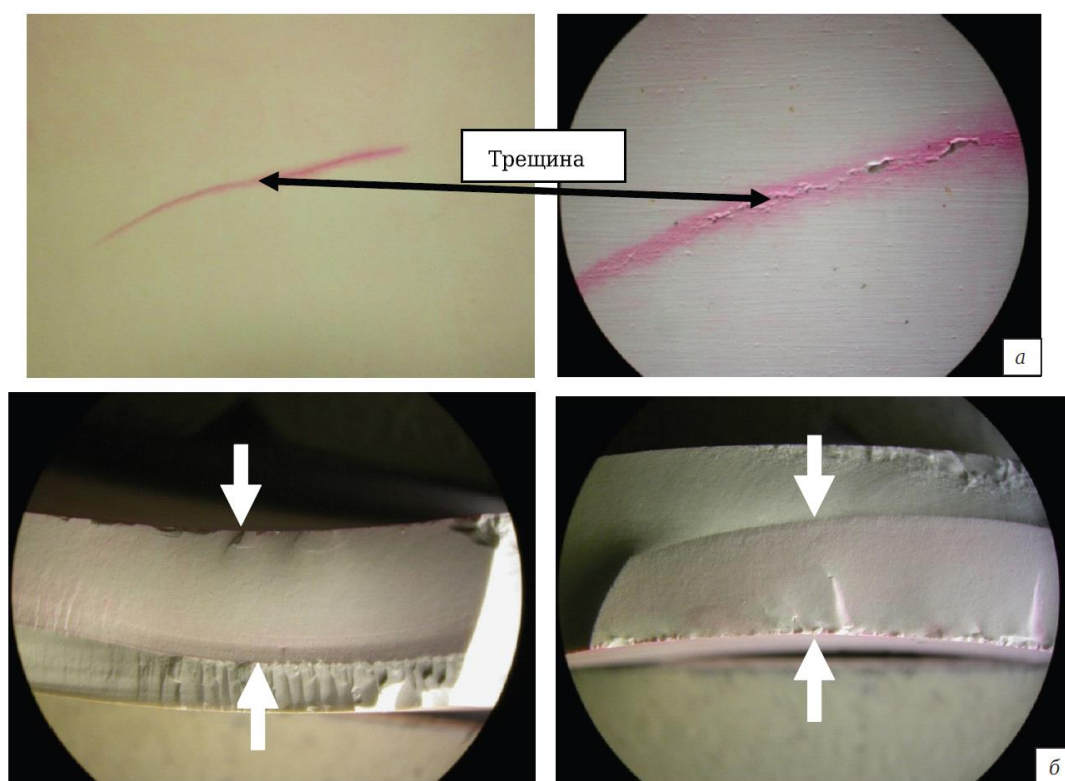


Рисунок 2.7 – Типичный вид трещин, образовавшихся после обжига заготовок: а) трещины перпендикулярно поверхности; б) трещины на сколе (составлено автором) [27]

Рассмотрим выявленные проблемы подробнее.

1. Отклонение от требуемых значений геометрии рабочей поверхности формового комплекта (см. рис. 2.8). Оно приводит к разнотолщинности фор-

мируемых заготовок (значение может достигать $\pm 0,7\text{ мм}$), из-за чего наблюдалась неравномерная усадка при наборе массы в заготовке. Более тонкая стенка быстрее завершает набор массы и начинает давать усадку по диаметру по сравнению с более толстой, что в свою очередь приводит к неравномерным изменениям объема в заготовке и появлению избыточных напряжений, из-за чего в стенках заготовки могут появиться растягивающие напряжения и даже трещины.

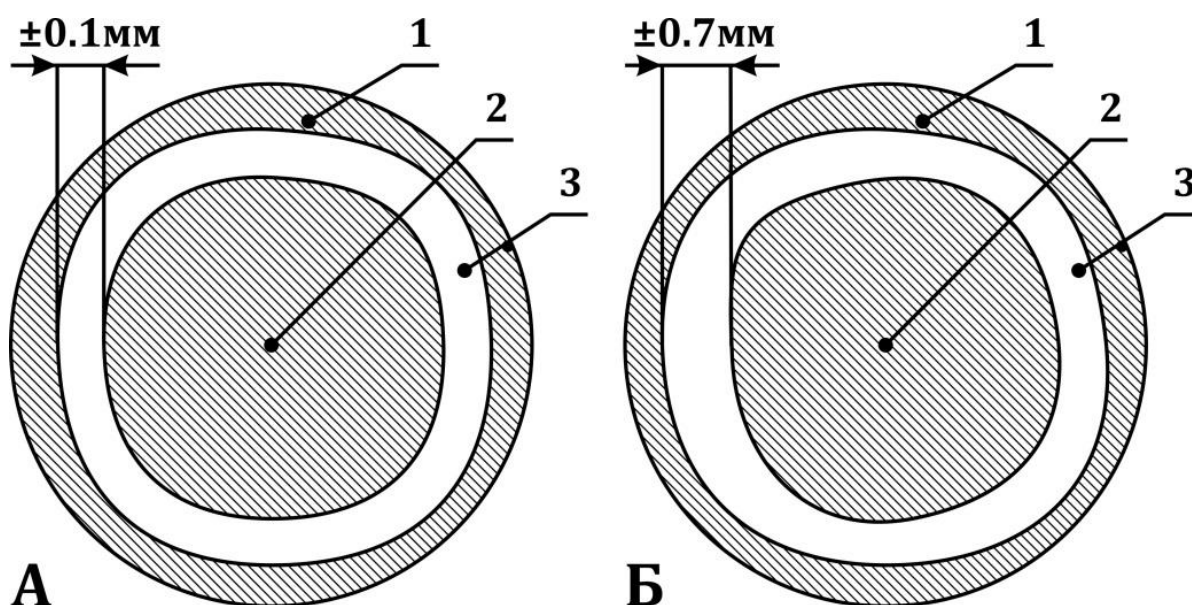


Рисунок 2.8 – Варианты ориентации сердечника и модели относительно друг друга: *А* – идеальная совместная ориентация, разнотолщинность $\pm 0,1\text{ мм}$; *Б* – нарушение совместной ориентации, разнотолщинность $\pm 0,7\text{ мм}$; 1 – гипсовая форма; 2 – сердечник; 3 – заготовка (составлено автором) [159]

Использование инструмента «5 почему» из арсенала БП позволило быстро найти причину возникновения данной разнотолщинности стенок заготовок. Замеры в дальнейшем подтвердили, что наибольший вклад в разнотолщинности вносит технология изготовления сердечника (пунсон, формирующий внутреннюю поверхность заготовки). Более 40 лет на предприятии самостоятельно изготавливают данную деталь формового комплекта, и за это время общий принцип его изготовления существенно не изменялся.

Сама технология изготовления сердечника включает в себя несколько операций: нанесение на каркас из металла слоя гипса с формированием необходимой геометрии; проточку гипса на глубину 15-20 мм; нанесение эпоксидной смолы (ЭД-20) взамен сточенного слоя гипса; ручная доводка рабочей поверхности сердечника до нужных геометрических значений.

Данная технология позволила за счет металлического каркаса обеспечить необходимую жесткость конструкции; использование гипса снизило общий вес конструкции и ее общую стоимость; эпоксидная смола упростила и удешевила стоимость восстановления рабочей поверхности, которая неизбежно повреждается при эксплуатации сердечника по сравнению с металлическими вариантами.

Исследование сердечников и анализ технологии нанесения эпоксидной смолы показали, что ее используемый вариант не позволяет достичь необходимого уровня геометрии рабочей поверхности. Дополнительной проблемой оказалось использование гипса в конструкции. Как было выявлено, в ходе эксплуатации сердечника в слой гипса очень часто попадает вода из шликера, после чего слой гипса разбухает, и слой эпоксидной смолы либо расширяется и изменяет геометрию рабочей поверхности, либо трескается (см. рис. 2.9).



Рисунок 2.9 – Трещины, появившиеся на пуансоне в ходе его эксплуатации (составлено автором) [159]

2. Избыточная сушка гипсового слоя формы. Она приводит к возникновению нежелательного напряжения в материале наружной поверхности заготовки из-за излишней абсорбции воды из шликера.

3. Загрязнение на поверхности гипсового слоя формы. Оно мешает нормальному процессу абсорбции воды из шликера в зоне загрязнения и тем самым препятствует нормальному ходу формирования заготовки. Основной причиной загрязнений гипсовой рабочей поверхности является вазелин, оставшийся после изготовления формы, который наносят на наружный слой модели, формирующий в свою очередь рабочую поверхность формы.

4. Некачественное нанесение разделительного слоя антиадгезионного вещества. Препятствует нормальному извлечению сердечника из заготовки после завершения формования, из-за избыточной локальной адгезии между материалом заготовки и поверхностью сердечника, что приводит к возникновению напряжений в материале заготовки и увеличивает со временем шероховатость рабочей поверхности сердечника. Операция нанесения разделительного антиадгезионного слоя требует меньше 2 минут, но качество ее выполнения сложно контролируемо. Дополнительную трудность для рабочих представляет неравномерность цвета сердечников, затрудняющая визуальное определение качества нанесенного слоя.

5. Соударение заготовки и сердечника при его извлечении. Приводит к образованию трещин в местах удара. Операция извлечения сердечника после завершения формования крупногабаритной заготовки выполняют с использованием кран-балки. Неточное ее позиционирование перед извлечением создает колебательные движения сердечника, после чего следуют удары сердечника по заготовке.

6. Воздействие избыточных механических нагрузок на заготовку после формования. Они возникают в процессе ручной переноски на носилках между участками; установки заготовки на место сушки и снятия с нее; зачистки заготовки. Вес крупногабаритных заготовок может достигать 60 кг, при этом

они достаточно хрупки и не выдерживают серьёзных ударных нагрузок или локальных напряжений.

7. Градиент температуры на внутренней поверхности заготовки по высоте в процессе принудительной сушки (см. рис. 2.10).

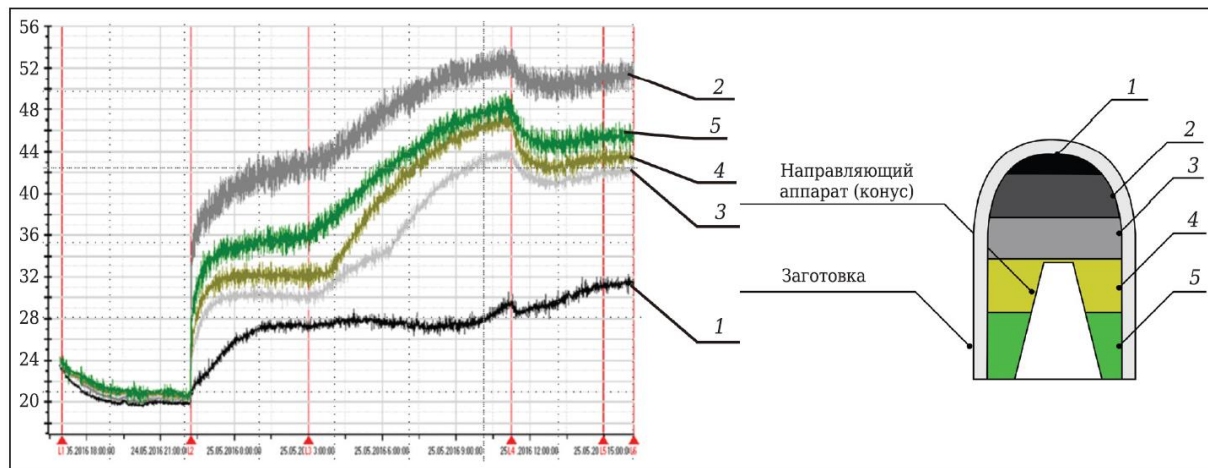


Рисунок 2.10 – Режим работы новой установки для сушки и зоны крепления термопар (составлено автором) [159]

Он возникает из-за формирования воздушной пробки на внутренней поверхности в верхней части заготовки. Приводит к нарушению процесса сушки и образованию зон в заготовке с избыточным количеством влаги в материале. Тем самым в нем формируются области с разной влажностью и, связанные с этим, дополнительные напряжения, которые могут даже приводить к трещинам. Кроме того, есть риск отправки на операцию обжига недостаточно высушенной заготовки, что при спекании из-за разных усадок может привести к трещинам.

Технология операции сушки – устоявшийся процесс развития, который нашел свое отражение в научной литературе и патентах [101, 121, 122].

Первоначально в технологии производства этап сушки заготовок происходил естественным путем при комнатной температуре в течение 72 часов. Но с ростом заказа количество заготовок начало расти, и это привело к двум проблемам: заготовки начали занимать много места, в то же время необходимо было организовать к ним легкий доступ; выросло количество случаев,

когда еще недосушенную заготовку отправляли на обжиг, что привело к увеличению коэффициента запуска. Для устранения данного недостатка была разработана и запатентована установка сушки, в последствии она была модернизирована [122].

Общая схема проведения операции заключается в следующем: после завершения операции формования заготовку на носилках переносят на участок обвялки (сушки), где вместе с носилками устанавливают на опорную конструкцию, далее заготовку накрывают чехлом и оставляют на 3-7 часов. Это позволяет улучшить равномерность влаги в материале заготовки. После чего изделие вместе с носилками помещают на установку принудительной сушки, где через направляющий аппарат (конус) подают подогретый воздух до 60-80 градусов по Цельсию. В таком режиме заготовка сушится в течение 4-10 часов, после этого с заготовки снимают чехол и продолжают операцию обвялки (сушки) еще 2-4 часа.

Анализ (см. рис. 2.5) причин появления пор (раковин) позволил выявить несколько проблем.

1. Имеется несколько источников попадания воздуха в шликер: операция помола и стабилизации шликера, в процессе которого происходит захват воздуха; в воде, которую используют для приготовления шликера, остаётся воздух; операции переливания шликера из мельниц в транспортные емкости; приливка шликера через фильтр для отделение крупной фракции шликера перед началом формования; заливка шликера в формовой комплект. В процессе формования заготовки из-за расслоения и ухода воды из шликера в слой гипса в форме происходит процесс слияние микропузырьков, в результате чего

образуется либо одиночная пора или целое скопление (см. рис. 2.11).

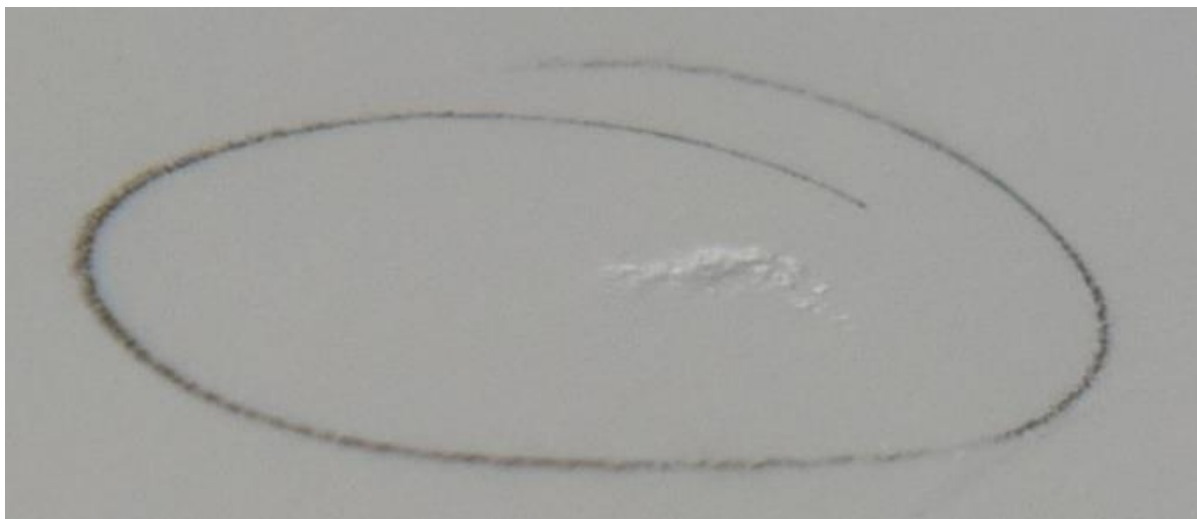


Рисунок 2.11 – Типичный вид скопления пор, образовавшихся после обжига заготовок (составлено автором) [120]

2. Попадание в шликер посторонних примесей в процессе помола. Источниками являются примеси в корундовом материале мелящих тел и футеровки мельниц (доля примесей доходит до 6%); частички сплава, из которых сделаны сами мельницы; эпоксидная смола (ЭД-20), при помощи которой приклеивают футеровку к металлическим стенкам мельницы.

3. Образование газовой фазы в процессе обжига при сгорании примесей. Источниками примесей оказались: остатки гипса, который недостаточно тщательно удалили после изготовления отливок (операция 2 рис. 1.1); остатки антиадгезионного покрытия, попавшие в материал заготовки при ее формировании; инородные вещества, оказавшиеся на рабочей поверхности формового комплекта перед формованием заготовки; осколки с рабочих поверхностей формового комплекта (гипс, краска и эпоксидная смола). Как и в случае с предыдущей проблемой, сложно выявить наличие нежелательных примесей до появления негативного воздействия от них до стадии обжига и даже механической обработки.

Исследование причин возникновения дефектов продемонстрировало, что даже в существующей технологии, с хорошей научной проработкой и от-

раженной в большом количестве патентов, существует возможность для ее дальнейшего развития и улучшения.

Но для этого необходимо, чтобы все участники процесса (руководство, ИТР, специалисты, мастера и рядовые работники) научились открыто признавать и быть готовыми скоординировано разрешать существующие проблемы. Важно сформировать систему, которая позволит оперативно и достоверно получать, обрабатывать, анализировать, предлагать и реализовывать предложения по улучшению.

Проведенная работа позволила установить, что до 95% критических дефектов, выявленных во время операции механической обработки, закладываются на предыдущих операциях. Собранные факты позволили пересмотреть устоявшуюся методологию расчета коэффициента запуска операции, и отказаться от весьма спорного подхода к определению виновников образования критических дефектов – «кто обнаружил брак, тот и виноват» [10].

Старая методология учета критических дефектов давала искаженную информацию для руководства, что приводило к ошибкам в принятии решений и к тому, что усилия работников и ресурсы компании тратились неэффективно. Компания использовала большое количество средств на обновление станочного парка, и при этом не получала существенного повышения качества на операции механической обработки.

3 РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ И СРЕДСТВ ОРГАНИЗАЦИИ ПРОИЗВОДСТВА В УСЛОВИЯХ ОРГАНИЗАЦИОННО- УПРАВЛЕНЧЕСКИХ И ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ ОГРАНИЧЕНИЙ В ЦЕЛЯХ ПОВЫШЕНИЯ ПРОИЗВОДИТЕЛЬНОСТИ

3.1 Оптимизация организационных структур и производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств

3.1.1 Резервы повышения производительности, возникшие из-за влияния человеческого фактора

Инерция мышления и стремление к быстрым (интуитивным) решениям – феномен когнитивных способностей человека [169]. Он может создавать негативные моменты не только в жизненных ситуациях, но и на производстве. Наиболее заметны подобные последствия, когда они реализуются в моменты принятия сложных решений (перевода проблемы в задачи) руководителями и командами (коллективами) (см. рис.3.1) [170, 171, 172]. При этом каждая нерешенная проблема ускоряет появление следующих и затрудняет решение существующих. Формируется обратная негативная связь, усиливающая управленческие и физические ограничения внутри подразделений/организаций. Проблемы становятся нормой, ими перестают заниматься. Успех использования «Теории ограничений систем» основывается в том числе и на том, что она дает инструментарий для «повторного» нахождения проблем и перевод их в задачи [173, 174, 175].

Работу выше указанной теории продемонстрируем на классическом примере. Имеется сушильный шкаф/холодильная установка/печь, что-то имеющие дверцу. Оборудование по какой-либо причине ломается и его поломка невозможна/рациональна. Запускается процедура покупки нового оборудования. Процесс длительный, может занимать месяц/года. Находится замена в другом подразделении/помещении. Это создаёт сложности, как и у

лишившего оборудования структуры, так и у донора. Все это время неисправное оборудование стоит без дела, но в какой-то момент кто-то начинает использовать его как шкаф для хранения чего-либо. Оборудование не утилизируется и может даже не списываться. Приходит новое оборудование, и его надо где-то ставить. Оптимальное место занято неисправным. Новое оборудование нужно здесь и сейчас, а удаление старого требует время. И очень часто новое оборудование ставят на свободном месте, которое как правило расположено неудобно и чаще всего далеко от рабочих мест.

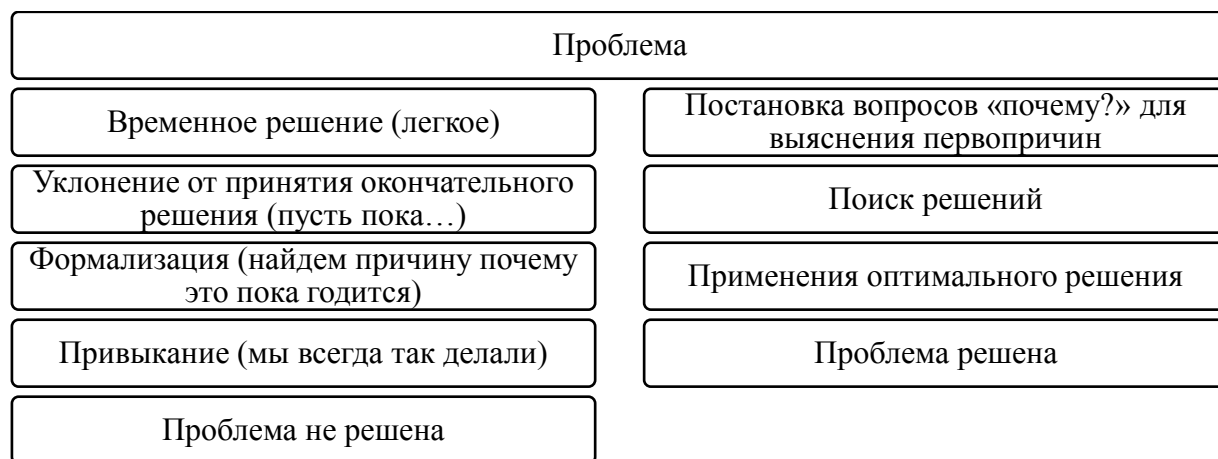


Рисунок 3.1 – Схема вариантов работы с проблемой [29]

В итоге имеет место ухудшение логистики и увеличение потерь на избыточную транспортировку и перемещение работников. Первоначально кажется, что это не существенно. Но учитывая, что снижается напряжение от отсутствия необходимого оборудования, имеется прирост производительности и улучшение ситуации, как в самом подразделении, так и еще у донора. Но проблема в том, что точкой отсчета служит ситуация не до поломки оборудования, а после. И проблема от неоптимального расположения нового оборудования «затирается» и становится не видна на общем фоне. Так, с годами одна проблема накладывается на другую и десятилетиями они накапливаются и наслаиваются.

Когда в подразделение приходят новички, которым очевидны абсурдность ситуаций с логистикой и/или расположением оборудования, они полу-

чают отпор от старожила, которых все устраивает, и они не хотят выходить из зоны комфорта. Постепенно новички привыкают и так же начинают воспринимать ситуацию как норму. Получается парадоксальная ситуация: даже если есть источник изменений и грядущие изменения упростят и облегчат труд работникам, они зачастую сами сопротивляются изменениям.

3.1.2 Анализ организационно-технических решений, производственных процессов и их элементов

Как уже было выше отмечено сложившаяся ситуация с логистикой в АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» стала результатом, проводимых в течение десятилетий изменений. Производственный процесс осуществлялся в различных корпусах и в разных структурных подразделениях, которые делились на 3 группы: цех (непосредственно само производство), лаборатории (где происходили испытания и контроль) и ОТК. При этом изделия между этапами было необходимо транспортировать по территории в соответствующей таре. При этом у работающих со временем сложилось восприятие данной ситуации как нормы. Из-за сложной схемы согласований и проблем с нахождением средств транспортировки и транспортировщиков, возникали различные затруднения, которые решались различными доступными методами. Как следствие высококвалифицированные токаря с участка механической обработки лично возили (см. рис. 3.2) изделия на контроль на другой этаж в дальнюю от них часть корпуса.

К сожалению, подробную схему движения материалов и заготовок в процессе производства предоставить невозможно, но для общего понимания можно сказать, что технология специальной керамики включает больше 50 операций, которые проводится в 4 разных корпусах (!), и в процесс включены 7 структурных подразделений.

Транспортировка осуществляется в рамках участка на руках, между участками в одном корпусе на тележках и носилках, между корпусами на

транспортных электрокарах. По правилам безопасности транспортировка изделий, покидающая закрытый для посторонних участок, осуществляется в специализированной таре.

Но как показал анализ, основной проблемой в логистике стала не расстояние и необходимость транспортировать изделия в специализированной таре, а несогласованность структурных подразделений. Изделия, после проведения работ над ним, могли днями ждать отправки на следующую операцию, их могли терять или отправлять не туда, куда это необходимо. Процесс шел несинхронно, и для его ускорения руководителям всех уровней структурных подразделений зачастую приходилось вмешиваться и в «ручном» режиме согласовывать действия по транспортировке. Данная ситуация провоцировала конфликты, нарушала ритмичность работы структурных подразделений и удлиняла цикл производства.

Посещение Гембы показала целый ряд негативных моментов в хранении оснастки, материалов и вспомогательных материалов: захламлённость, грязь, плохое освещение, неисправное оборудование и уже неиспользуемая оснастка. Это затрудняло поиск нужной оснастки. Ситуация усугубилась при переходе на многосменную работу. Каждая смена размещала оснастку так, как им это казалось удобным. При этом в процессе поисков и перемещений, регулярно происходило повреждение объектов поиска.

Помещение, в котором хранилась бракованная продукция занимала площадь более 40 м², и там же хранились заготовки изделий, снятые с производства и не имеющие какой-либо ценности. В цеху и в других структурных подразделениях могли размещаться и уже неисправное оборудование. Отсутствовали какие-либо системы хранения, стандарты хранения и визуальная маркировка. Как следствие сборка формового комплекта для операции формования занимала от 30 до 60 минут, при этом регулярно получалась дефектная продукция из-за невнимательности работников на стадии его сбора.

3.1.3 Подготовительный этап оптимизации организационных структур и производственных процессов, вспомогательных и обслуживающих производств

Методика по оптимизации логистики и использования пространства была основана на большом количестве мелких изменений. Цель - создать обменный фонд, куда можно на время перемещать оборудование и оснастку в процессе изменений, для того чтобы не прерывать производство. Причины использовать данных подходов несколько:

- сопротивление работников;
- отсутствие свободных пространств;
- ограничение финансовых и административных ресурсов;
- невозможность остановить производство;
- перегруженность работников текущей работой.

Входной контроль комплектующих. Была разработана система хранения эталонов, при которой невозможно положить контрольный элемент в ненадлежащее место. Нанесена цветовая маркировка в соответствии с цветом изделия, для которого используется комплектующее. Первоначально эталоны весели на больших железных крюках. Это создавало сразу несколько проблем:

- удлинение операции контроля, из-за необходимости по одному перевешивать эталоны до необходимого;
- высокий риск использования ненадлежащего эталона для близких по габаритам изделиям;
- размещение тяжелых эталонов на полу, прислонив их к стене для того, чтобы женщинам-контролерам не нужно поднимать высоко тяжелые эталоны, это сокращало полезную площадь участка контроля и повышало риск повреждения эталона и заготовок;
- повышенная частота замены эталона из-за повреждений.

Была предложена новая система хранения, в которой эталоны располагаются на удобной высоте и вставляются в специально изготовленные подставки. Таким образом повышается продуктивность работы с эталонами за счет того, что облегчается процесс нахождения нужного эталона; минимизируется риск повреждения эталона; увеличивается срок его эксплуатации; минимизируется возможность использовать ненадлежащего эталона для замеров.

Участок помола. По мере роста заказа и добавление к кварцевой керамике стеклокерамики постепенно росло количество мельниц для помола и стабилизации. Мельницы изготовляли на самом предприятии силами другого структурного подразделения. За годы сформировался целый парк мельниц различного размера и объема. Но оказалось, что и система крепежа была оригинальна, и для каждой мельницы нужен был свой уникальный инструмент. И если работник из одной смены случайно унес или положил как ему удобно, то процесс поиска инструмента мог занимать часы. Кульминацией стала ситуация, когда нужный инструмент был не найден, и в срочном порядке пришлось изготавливать его замену. После чего начался процесс стандартизации мельниц, что позволило устранить операцию поиска нужного инструмента. В дальнейшем была проведена работа по стандартизации и унификации станины мельниц и барабанов, что позволило избегать простоя станины при перефутеровки мельницы, которая изначально до оптимизации этой операции, могла занимать время больше недели.

Участок формования. Первичный анализ потерь, проведенных на участке формовки показал, что значительную часть времени работники занимались не полезной деятельностью, а поиском элементов комплекта в местах их бессистемного хранения. Проблема усложнялась тем, что у ряда изделий были схожие элементы, комплекты, которые если внимательно не рассматривать плохо заметную маркировку, легко перепутать и отформовать дефектное изделие. При этом брак будет выявлен только на следующих эта-

пах, когда ущерб увеличится. Дополнительно, как описано в главе 2, возникали дефекты из-за проблем со сердечником.

Решением проблемы стало создание тележки, в которой можно было хранить весь комплект целиком. Таким образом экономилось от 30 до 90 минут рабочего времени на каждую операцию формования. Дополнительное введение чек-листа количества формований упростило отслеживание ресурса сердечника, что уменьшило количества брака и упростило планирование работы по ремонту сердечников. Яркая цветная маркировка позволила исключить использование ненадлежащих элементов формового комплекта, что тоже уменьшило количество дефектов.

Участок сушки. На участке сушки были реализованы два улучшения. Первым стало нанесение цветовой маркировки на чехлы для сушки, что позволило устранить проблему с неверно используемыми чехлами, которые из-за несоответствия размера приводили к отклонению режима в процессе сушки и снимало проблему возникновения дефектов. Был организован стеллаж для их хранения чехлов и разобрано скопление носилок, используемых для транспортировки. Носилки были промаркированы в соответствии со стандартом и помещены на стену возле участка.

Участок обжига. С целью повышение прозрачности протекания работы на участке обжига было решено вешать таблички с указанием состояния печи. Это облегчило контроль за работой печей планирование работы в целом.

Участок механической обработки. Было предложено помещать на изделия колечки с цветовой дифференциацией в ситуации, когда они ждут дальнейших манипуляций. Это качественно упростило получение информации о состоянии работ на участке.

Вышеперечисленные мероприятия по стандартизации и повышению визуализации позволили добиться сразу несколько позитивных эффектов:

- повысить производительность труда работников от 10% и более;
- упростить управление и контроль;

- повысить оперативность принятия решений;
- объективизировать и выявить ненужные объекты для их удаления с производственных участков;
- упростить работу и снизить количество конфликтов среди работников;
- снизить количество дефектов.

3.1.4 Научно-практическое развитие инструментов БП 5S и VSM

В классической теории БП, посвящённой 5S, есть несколько аспектов, которые признают многие специалисты:

1. 5S — это инструмент из обоймы первоначальных.
2. 5S внедряют поэтапно, начиная с 1S и заканчивая 5S [176177].

Эти аспекты нашли свое отражение в работах специалистов по БП [178, 179, 180, 181]. В некоторых из них упоминается понятие «сопротивление работниками внедрению 5S» [182]. Полноценно внедренная система 5S дает прибавку 20 и более процентов. Работники чувствуют в ней угрозу для своего трудоустройства [20]. Практический опыт внедрения 5S в разных подразделениях АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» показал, что сила противодействия может быть настолько большой, что руководство подразделения может сдаться и прекратить внедрение.

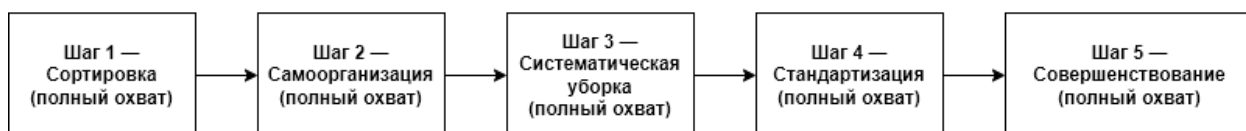
Чтобы минимизировать вероятность развития негативной ситуации саму работу по внедрению 5S, нужно начинать с важных принципов – открытое признание проблем и личный сбор фактов, т.е. работникам нужно предварительно объяснить для чего эта работа проводится и в идеале дать гарантии сохранения рабочих мест всем тем, кто включится в работу.

Но если начать работу с разработки стандартов, которые выгодны самим работникам, запустить систему подачи предложений, то тогда работники сами начнут избавляться от ненужных вещей, определять, что, где и сколько нужно хранить, чтобы обеспечить себе удобство и комфорт на рабо-

чем месте и повысить таким образом собственную производительность. Как показывает опыт, в итоге работники начинают самостоятельно наводить порядок на рабочем месте и регулярно проверять оборудование.

Предложен новый подход внедрения метода организации рабочего пространства (5S), отличающийся от обще используемой практики тем, что изменения предлагается осуществлять циклически с ограниченным воздействием на каждом этапе, до достижения целевых показателей (см. рис. 3.2). Был разработан и апробирован на практике новый алгоритм внедрения 5S (см. рис. 3.3-3.4). Использование нового подхода позволяет за счет увеличения времени внедрения получать следующие преимущества: сократить сопротивление к изменениям со стороны участников процесса; снизить требования к ЗУНам участников; быстрее получать позитивный результат; минимизировать риски откатов к предыдущему состоянию; минимизировать количество конфликтов и уменьшить их тяжесть; формировать внутри подразделения культуру нацеленную на изменения к лучшему.

Внедрение 5S в соответствии с ГОСТ Р 56906-2016



Циклическое внедрение 5S

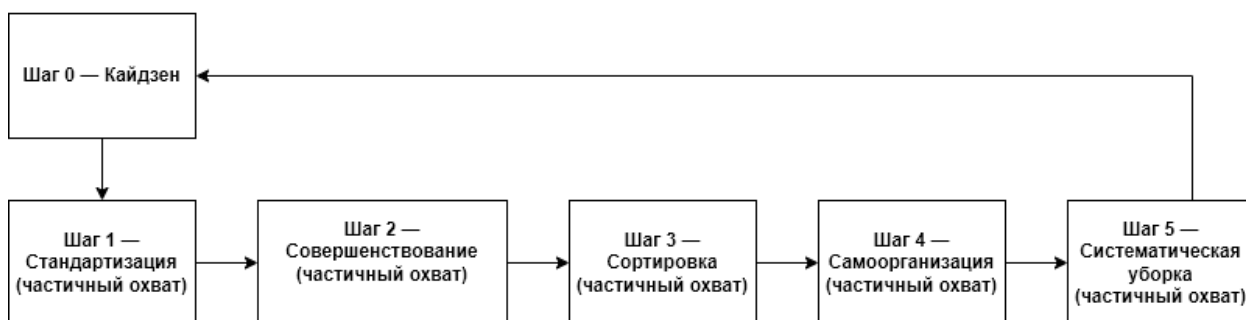


Рисунок 3.2 – Сравнение подходов внедрения 5S (составлено автором)

«Рабочая» схема внедрения 5S представлена на рисунке 3.3 и 3.4. При такой схеме снимается сопротивление работников, и работа ведется мето-

лично и без откатов к ситуации «До изменений». Важно поддерживать ритм в соответствии с изменением загрузки, не допуская по возможности избыточного роста производительности.

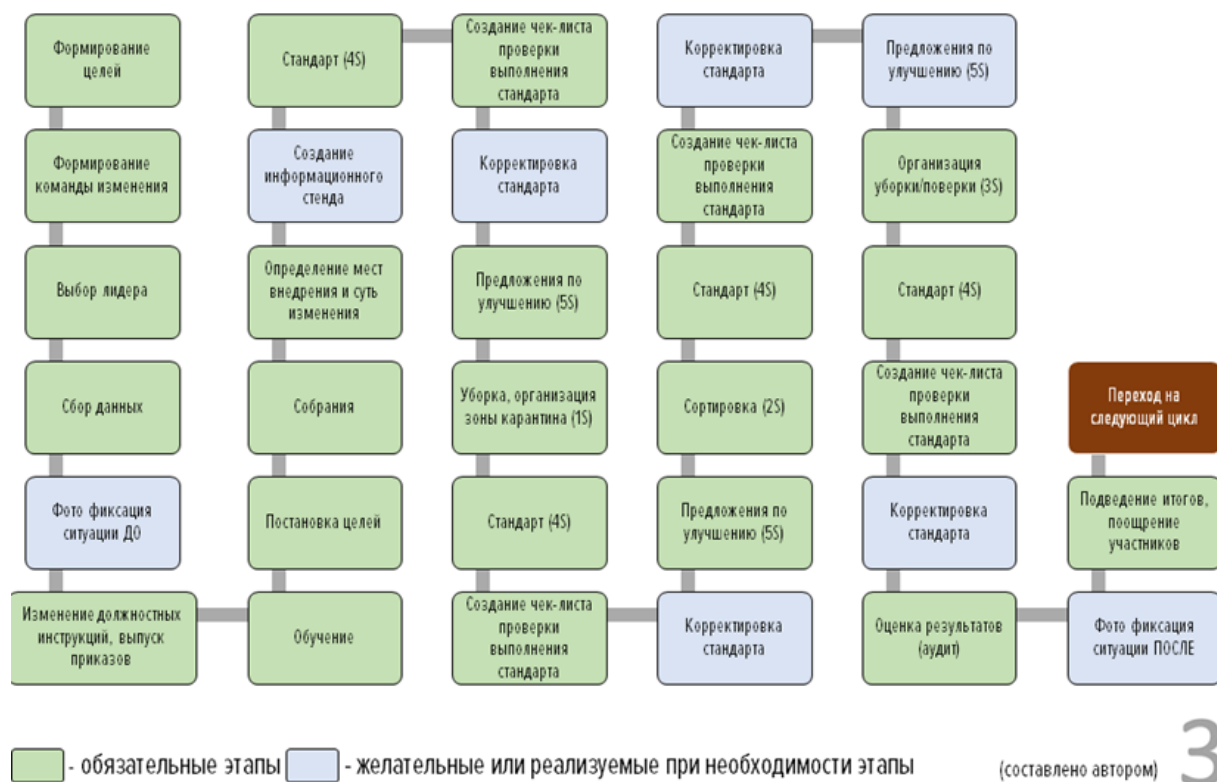


Рисунок 3.3 – Стартовый этап «внедрения» 5S (составлено автором)

Использование нового подхода позволяет за счет увеличения времени внедрения получать следующие преимущества: сократить сопротивление к изменениям со стороны участников процесса; снизить требования к ЗУНам участников; быстрее получать позитивный результат; минимизировать риски откатов к предыдущему состоянию; минимизировать количество конфликтов и уменьшить их тяжесть; формировать внутри подразделения культуру, нацеленную на изменения к лучшему.

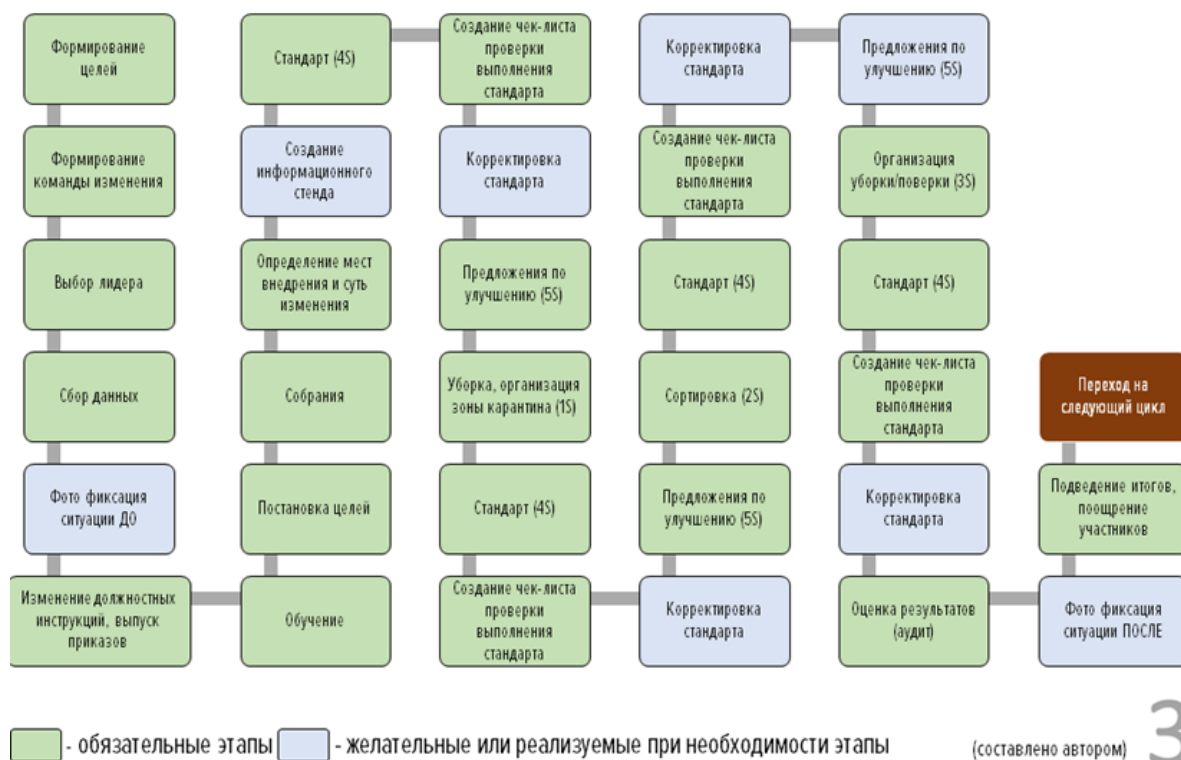


Рисунок 3.4 – Второй и последующие этапы «внедрения» 5S
(составлено автором)

Практический опыт внедрения 5S в разных подразделениях Общества позволяет сделать несколько выводов:

1. Быстро и соответственно административно можно внедрить только формальный 5S. При снижении давления со стороны руководства на работников наблюдается откат, подчас до ситуации худшей, чем было до попытки внедрения.
2. Любая ненужная поверхность должна быть устранена, она занимает потенциально полезную площадь.
3. В идеале шкафы и ящики должны быть с прозрачными дверцами.
4. Работников нужно отучать от мысли, что у них на есть собственные рабочие места, их инструменты.

В целях сбора объективных данных и визуализации информационных и материальных потоков использовался инструмент карта потока создания ценности (VSM). В процессе были выявлены недостатки в применении инструмента и внесены соответствующие коррективы, указанные ниже: сложность сбора объективных данных, обусловленная сопротивлением работников и вариативностью мелкосерийного производства при изменении количества дефектов; классический подход, предлагающий концентрировать внимание на наиболее «денежных» товарах/услугах и строить только для них карту, не дает объективной картины и малопригоден для проведения изменений; необходимость строить потоки создания ценности для вспомогательных и обслуживающих операций, так как выявлено их влияние на ритмичность основного потока и количество дефектов в нем (см. рис. 3.5).

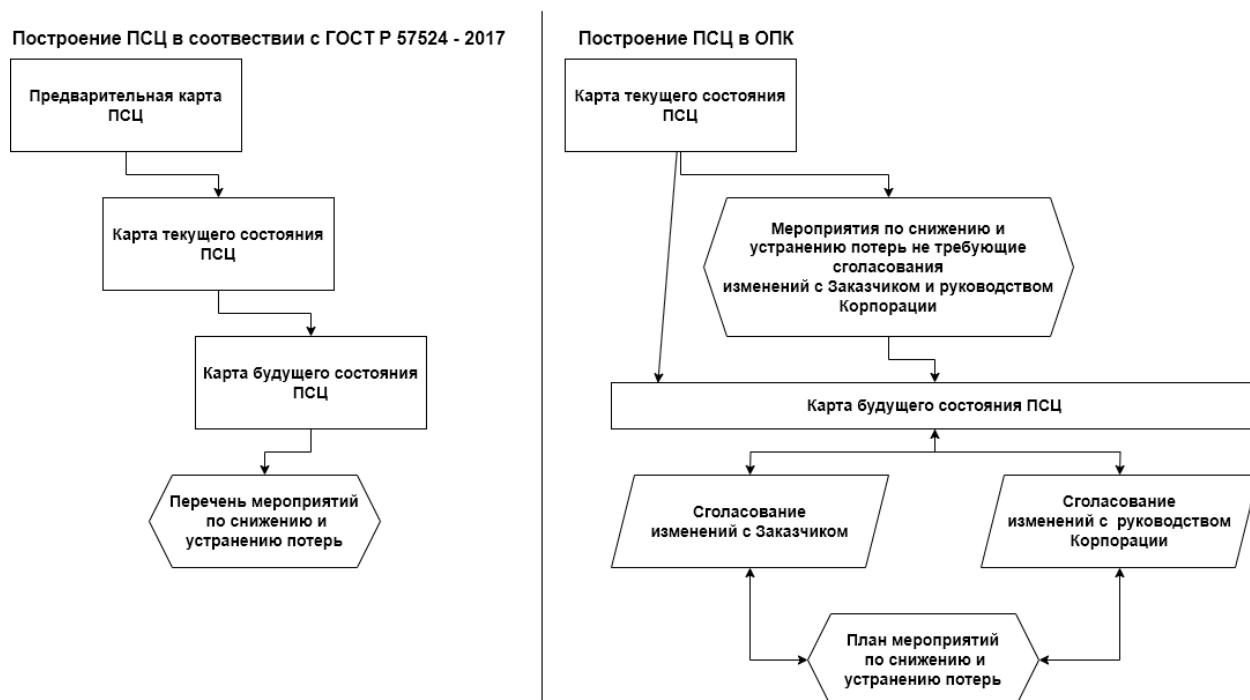


Рисунок 3.5 – Новая модель построения VSM (составлено автором)

Экспериментально установлено, что целесообразно начинать проводить изменения до завершения построения VSM с целью ускорения достижения позитивных изменений (см. рис. 3.6); произошел отказ от построения карты VSM в рекомендуемом экспертами бумажном виде из-за излишней

трудоемкости и неудобства (большой размер до 6 метров длиной) и переход на формирование карты в табличном виде.

В результате применения нового подхода к построению VSM (рис.3.4) обоснован процесс оптимизации расположения участков производства спец-керамики, организованный по принципу многоэтапности с предварительным высвобождением площадей путем переноса используемого функционала в иное место, за счет сформированного «обменного» фонда. Процесс протекает без остановки производства. Параллельно идет работа по оптимизации расположения необходимых элементов на существующих участках за счет: оптимизации конструкций, многоуровневости, уплотнения расположения.



Рисунок 3.6 – Новый алгоритм построения VSM (составлено автором)

3.1.5 Разработка принципов повышения эффективности функционирования и качества организации производственных систем

В ОПК с его ограничения по секретности есть несколько основных источников для получения «обменного фонда»:

- реализация 5S. За счет высвобождения углов и закоулков и убирания очень важных и нужных рабочих поверхностей;
- пристройка помещений к фасаду здания (отапливаемые или неотапливаемые);
- вынос редко используемых несекретных объектов, не требующих определенных условий для хранения на других площадках;
- удаление неиспользуемых (устаревших) коммуникаций и систем (вентиляционных, электрических и т.д.);
- задействование избыточно широких коридоров;
- оптимизация транспортных путей за счет отказа от лишних поворотов, дублирующих коридоров;
- списание неиспользуемого и/или избыточного по размерам оборудования при наличии более компактных аналогов.

При этом любые площади пространства (более 1 м²) должны рассматриваться, как полезные и подлежащие учету во введение в план трансформации.

Могут быть дополнительно использованы решения для дальнейших улучшений при перемещениях:

- организация многоуровневого хранения;
- создание двухуровневых рабочих зон;
- высвобождение дополнительного пространства от сноса лишних стен;
- прорубание дополнительных проходов.

Процесс оптимизации расположения участков протекал без остановки производства. Параллельно шла работа по оптимизации расположения необ-

ходимых элементов на существующих участках за счет оптимизации конструкций, многоуровневости, уплотнения расположения.

Принцип выбора положений участков учитывал несколько факторов:

- возможность произвести изменения (административные барьеры, инерция мышления, сопротивление смежных структурных подразделений и т.д.);
- наименьшее расстояние между участками – чем меньше, тем лучше, в идеале соседнее помещение;
- по возможности располагать все в одном помещении, или смежных, имеющих прямые проходы;
- учитывать потери на перемещения, связанные с ОТК;
- по возможности перемещать посты ОТК ближе к операции, подлежащей контролю;
- минимизировать использование грузовых лифтов (они расположены неудачно на краю корпуса);
- учитывать габариты/высоту оборудования и возможности его размещения при перемещении/покупки;
- наличие соответствующих коммуникаций для работы участков;
- учитывать климатические условия и требования к чистоте;
- минимизировать количество встречных движений при транспортировке.

В условиях ограниченности ресурсов (финансовых, материальных и т.д.) и времени, задача по планированию и реализации изменений с учетом всех вышеперечисленных факторов, должна разбиваться на отдельные этапы.

При этом нужно: выстраивать четкий приоритет для участков, которые на данный момент являются узкими

3.2 Повышение мотивации и вовлеченности работников в процесс улучшений

3.2.1 Связь изменения мотивации персонала и роста производительности

Анализ литературы показывает, что рассмотрение связи между мотивацией персонала и производительностью, достаточно актуально на современном этапе разработки идей БП [184, 185]. В таблице 1.2 показаны различные подходы, которые могут быть использованы для повышения производительности. В России с годами растет популярность БП как метода для повышения производительности и конкурентоспособности производства [186, 187]. Основной акцент делается на совершенствовании технологии, ресурсосбережение и снижение трудоемкости. Но при практической реализации руководство очень часто сталкивается со сопротивлением изменениям. Рядовые работники и руководители разных уровней часто воспринимают данную деятельность, как угрозу, и не понимают, в чем их личная выгода.

Ситуация усугубляется нехваткой квалифицированных специалистов и руководителей. Люди, видя свою незаменимость, могут активно саботировать проведение изменений, несущих риски их положению и статусу. Ситуация может усугубляться из-за изменений ценностей молодого поколения, которые не воспринимают работу на промышленном предприятии, как интересный и перспективный вариант для построения своей карьеры. Усугубляет ситуацию демографический провал: для возмещения уходящих на пенсию специалистов предприятия испытывают недостаток в рабочей силе среди молодежи. Это создает для работников благоприятную ситуацию для предъявления дополнительных требований к руководству в обеспечении их более выгодными условиями труда и привилегиями.

При этом существует два принципиальных подхода к проблематике мотивации персонала. Большая часть специалистов считают, что мотивацию можно повышать, но есть и альтернативный подход, согласно которому не-

возможностей на прямую влиять на мотивацию принятия изменений и готовностью их проводить. Авторы этих разных точек зрения сходятся во мнении, что для того, чтобы мотивация выросла, или на работу устроился мотивированный работник, нужно не просто платить ему зарплату выше, чем по средней по региону в данной области, а включать максимум возможных нематериальных стимулов.

Сложности заключается в том, что для каждого работника характерна своя мотивация в зависимости от возраста, квалификации, благосостояния, обязательств, социальной роли и даже психологических особенностей личности и т.д. При этом она может меняться достаточно быстро. И если руководство стремится оперативно диагностировать и изменять систему стимулов для работников, то это может создать существенные сложности для них, и качественно повысить требования к способностям самих руководителей.

Проводимые исследования среди работников показали, что есть целый перечень важных условий для их эффективной работы: комфортное освещение и температура, возможность отвлечься, выпить кофе, наличие тренажеров и зон с активными видами спорта (настольный теннис), тишина и т.д. [189, 190].

Посещение санитарно-бытовых помещений и анализ их состояния является хорошим индикатором того, насколько руководство реально заботится о своих работниках. При этом расходы на приведение в надлежащий уровень санитарно-бытовых помещений не являются существенным для большинства компаний. Вопрос лежит в области восприятия её в руководстве.

Состояние комнат приема пищи и отдыха, наличие спортивного инвентаря или выделение мест для динамических занятий, организация и поддержание в чистоте душевых вблизи рабочих мест работников, или даже организация медицинского пункта на территории предприятия уже является более финансово емким и требует пересмотра использования ранее выделенных для производства площадей в пользу создания улучшенных условий труда[191].

Задача становится еще сложнее, если требуется провести экономическое обоснование для улучшения условий труда. Затраты на их содержание компания будет нести каждый год, и может даже просчитать необходимую для подобных реформ сумму. Но достаточно сложно точно оценить экономический эффект от данных преобразований.

В то же время есть исследования, которые доказывают, что мотивированные работники более активны, креативны, имеют большую склонность брать ответственность на себя, менее склоны скрывать проблемы, и более открыты для командной работы в интересах компании. Это позволяет как напрямую влиять на повышение производительности (работник меньше отвлекается, меньше тратит время на посторонние задачи), так и опосредованно, через личный пример для других работников, уменьшения количества проблем, более конструктивной коммуникации и т.д.

3.2.2 Возможные пути повышения мотивации работников в целях повышения производительности через нематериальные стимулы в ОПК

Главным препятствием для проведения улучшений является сопротивление работников изменениям. Для снижения сопротивления было решено продемонстрировать, что изменения, связанные с внедрением БП будут позитивны, и в итоге улучшать ситуацию, связанную с условиями труда.

Был проведен полный аудит всех помещений, которые посещаются работниками в течение дня: коридоры, раздевалки, лестницы, санитарно-гигиенические помещения, рабочие участки. Все помещения оценивались по определенным показателям: уровня шума, температуры, степени освещенности, количеству и виду загрязнений, эстетическому уровню и наличию проблем с напольными покрытиями, дверьми, стенами и потолками.

В связи с ограниченностью ресурсов было решено вести работу поэтапно с постепенными улучшениями. Для упрощения согласования изменений и выделения финансирования было решено активно использовать несо-

ответствия условий труда и требований службы охраны труда, пожарной безопасности и промышленной безопасности.

Для этого было решено:

- разработать и внедрить единый стандарт спецодежды с необходимым уровнем визуализации (подразделение, ФИО);
- провести косметический ремонт коридоров;
- реструктуризировать санитарно-бытовые помещения;
- по возможности проводить ремонт рабочих помещений;
- установить звукопоглощающие панели в шумных помещениях;
- улучшить климатически условия за счет модернизации системы вентиляции и установки кондиционеров;
- ремонт неполных покрытий и устранение металлических незафиксированных щитов, закрывающих отверстия в полу;
- запустить систему по сбору и реализации предложений по улучшению;
- выделить и организовать места для курения;
- организовать торговую точку, где работники могли покупать еду и напитки;
- разработать и установить информационные плакаты и стенды (см. прил. 1).

Решение, вызвавшее наибольшее сопротивление среди работников, стала идея о введения унифицированной выполненной в едином стиле, соответствующей требованиям охраны труда, спецодежды.

До этого на предприятие отсутствовал четкий стандарт по ее цветовому решению и фасону, как и требование носить логотип подразделения и ФИО работника.

Для понимания ситуации, в технологию производства было вовлечено большое количество обособленных подразделений, работающих по разным графикам. Данная ситуация систематически приводила к тому, что поиск

нужного человека мог быть длительным, а для многих стеснительных работников еще и создавал стрессовую ситуацию.

Но после введения нового стандарта на специальную одежду, именно наиболее опытные работники, которые прежде жаловались на ее отсутствие, теперь проявляли наибольшее сопротивление.

Это подтверждает постулат, что люди готовы принимать изменения только в том случае, если им самим не придется изменяться и менять привычный образ деятельности. Те, кто проявлял сопротивления, восприняли это новшество, как попытку ограничить их личную свободу в условиях, когда всю свою трудовую жизнь именно они определяли, в какой одежде они будут ходить на работе.

Важные изменения в сознание людей начались позже. Единая форма одежды сама по себе является инструментом по объединению людей. Но к тому же в подразделение, в котором они работают, является желанным для перехода работников из других подразделений, то многие работники начинают носить ее с гордостью.

Большая работа было проведена по разработке плакатов и стендов. При этом решалось несколько задач: информировать об изменениях, агитировать за соблюдения правил охраны труда, знакомить с историей подразделения, внешним видом продукции, разрабатывались стандартные операционные карты. Всего было разработано и напечатано почти 50 плакатов, стендов и стандартных операционных карт.

Такое внимание к наглядной агитации и повышению информированности рабочих было обусловлено несколькими факторами: подразделение работает круглосуточно, и это затрудняет передачу информацию напрямую; материалы, размещенные на плакатах и стендах хотя и не оказывают сильного одномоментного воздействия, но происходит постепенное понимание важности, помещенной на них информации, и тогда эффект возрастает - плакаты и стенды делают помещения коридоров и участков более разнообразными и менее скучными.

3.2.3 Улучшение условий труда на рабочих местах

Как было уже сказано, предприятие, которое явилось базой исследования, было старой постройкой, возведенный по устаревшим стандартам в области охраны труда и окружающей среды. И при этом он изначально создавался как опытно-экспериментальный объект. Вся логика организации логистики, размещения оборудования и рабочих мест подчинялось единой цели – отработка технологии. По сравнению с серийным производством происходило смещение акцента на проведение экспериментов. Фактически значительная часть оборудования простаивала большую часть времени. Изначальный подход к размещению оборудования, основанный на минимизации перемещений работников, привело к скоплению оборудования и работников, занимающихся разными операциями. Сложившаяся ситуация способствовала существенному ухудшению условий труда, нарушению технологии производства и повышению количества дефектов в продукции.

Но после перехода на мелкую серию увеличению загрузки оборудования, возросло тепло, выделяемое печами, что стало повышать температуру в помещении до +38 °С. При такой высокой температуре люди работали с паспортами и документами, что снижало их производительность труда.

Первоначальная идея - установить систему кондиционирования - затянулась по времени реализации. Причем по мере роста заказа и покупки новых печей, ситуация стала еще более усугубляться, делая условия труда еще более тяжелыми для работников. Было решено устранять проблему комплексно:

1. Если невозможно во всех помещениях достичь температурной нормы, то создать изолированное пространство для рабочих мест мастера и специалистов ОТК с системой кондиционирования. Для этого было решено демонтировать две требующие капитального ремонта печи 70-х годов производства и на высвобожденном месте организовать на втором уровне систему дистанционного контроля работы печей и письменные рабочие места для

ОТК. Это позволило сохранить территориальную близость с местом работы и при этом обеспечить комфортные условия работы.

2. Перенос участка формования в отдельное изолированное помещение, расположенное рядом (см. прил. 2), что позволило работникам данного отдела не находится все время в помещении с повышенной температурой.

3. Строительство пристройки рядом и создание там отдельной лаборатории для контроля свойств шликера, что позволило привести условия проведения замеров в соответствии с требованиями, повысить качество замеров и улучшить условия труда работников лаборатории (см. прил. 2).

4. Операция зачистки заготовки сначала была перенесена на новый участок подвялки, а в последствие после завершения реконструкции большого помещения была сконструирована и установлена камера зачистки (см. прил. 2). Таким образом были уменьшена запыленность воздуха, а собираемая пыль стала использоваться для производства оснастки (см. глава 2).

Еще одним направлением работы по улучшению условий труда стал участок механической обработки, состоящий из нескольких помещений, размещенных в разных частях корпуса [28].

Проведенная проверка показала, что на участках при работе станков существенно превышает допустимый уровень шума. Для нейтрализации выявленных нарушений были организовано ряд мероприятий коллективных и индивидуальных средств защиты.

Коллективные средства защиты:

- Установка шумопоглощающих панелей в помещении.
- Установка специальных звукоизолирующих кожухов на станках.

Это позволило понизить уровень звукового давления с 83 Дцб до 78 Дцб, что соответствует требованиям СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания [192].

Индивидуальные средства защиты: всем работникам раздали звукоизолирующие наушники, и при входе в помещения установили раздатчик бирюшей.

Дополнительно перенесли рабочие места мастеров и работников ОТК в соседние небольшие изолированные помещения. Таким образом, сократилось негативное влияние шума на время работы с документами, что позитивно повлияло на количество ошибок и скорость работы данных сотрудников.

Кроме того, по возможности модернизировали освещение на участках и коридорах. Сами коридоры постепенно ремонтировали и оформляли в едином утвержденном стиле (см. прил. 2). По мере возможности заменялось напольное покрытие и убирались пороги/ямы/трещины. Распашные двери заменили на раздвижные, и везде повесили информационные таблички.

Как результат, производство керамики стало входить в перечень подразделений, включенных в «тропу туриста», по которой водили гостей предприятия.

3.2.4 Улучшение бытовых условий сотрудников

Рост заказа потребовал увеличить количество оборудования и соответственно работников (см. рис. 3.7). До тех пор, пока развитие производственной системы не достигло необходимого развития, и производительность труда не росла с необходимой скоростью, именно найм новых сотрудников позволил обеспечивать основной рост выпуска продукции. Но по мере его роста остро встали санитарно-гигиенические условия: не хватало туалетов, душевых, раздевалок, комнат приема пищи. Дополнительную сложность создавал укороченный до 48 минут обеденный перерыв, за счет чего в пятницу рабочий день был сокращен на 1 час, а столовая находится за территорией предприятия в дальней стороне от производственной площадки, что приводило к тому, что многие работники не могли вовремя принять пищу.

Данная ситуация негативно влияла на гигиенические факторы вовлеченности работников и снижала общую лояльность, создавая негативный эмоциональный фон работников по отношению к руководству, при том, что заработная плата работников существенно превышала среднюю в регионе.

Проведённый анализ ситуации и выявленные массовые нарушения правил приема пищи и соблюдения графика отдыха работников показали, что нужно радикально улучшать санитарно-гигиенические условия на предприятии.

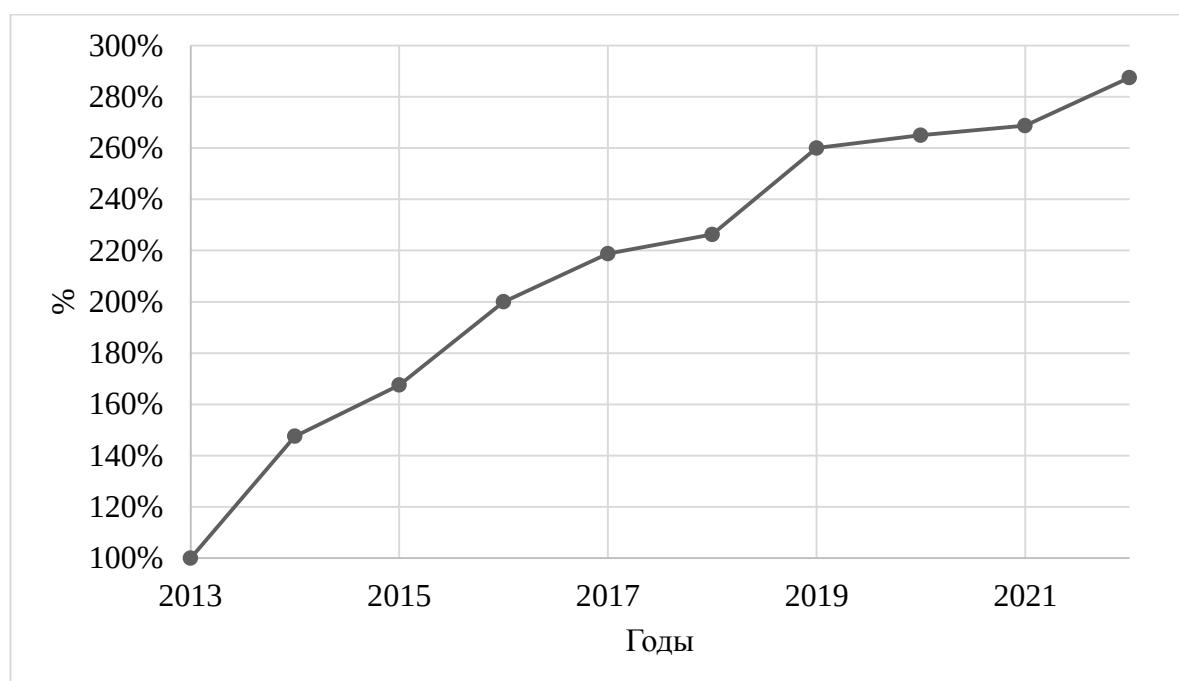


Рисунок 3.7 – Изменение численности работников в процентах (значение 2013 года принято, как 100%) (составлено автором)

Для создания более благоприятных условий труда были перенесены на новое место душевые комнаты, при этом количество одновременно доступных леек выросло почти в два раза, при двукратном сокращении используемых под эти нужды площади (с 72 м² до 36 м²). За счет сноса стен и отказа от нефункциональных параллельно идущих коридоров удалось увеличить площадь мужских раздевалок на 25% с 144 м² до 188 м², увеличить размер кла-

довой на 50% с 36 м² до 54 м², выделить 102 м² для новой комнаты приёма пищи и уголка отдыха. При этом комнату оснастили необходимым количеством бытовыми приборами (чайники, микроволновки, холодильники) и мебелью. Старая комната приёма пищи была площадью 36 м² и не могла вместить всех желающих. Ее техническое оснащение было примитивным, а внешний вид нес следы того, что это было производственное помещение. Вообще при реконструкции помещений серьезное внимание уделялось их внешнему виду, функциональности и эстетическому оформлению.

Следующим этапом стал проект по реконструкции туалетов в цеху. Благодаря оптимизации использования пространства удалось не только в два раза увеличить пропускную способность, но и выделить помещение для курения. В соответствии с законодательством для курения на предприятии должны быть выделены специальные места либо на улице, либо в изолированном помещении внутри. Размещения мест курения на улице имеет существенный недостаток. В холодное время года для того, чтобы покурить работникам нужно либо пониматься на другой этаж и идти в раздевалку, и только потом выходить покурить, а после перекура обратно возвращаться в раздевалку и снова идти на рабочее место. Эта процедура создавала дополнительную физическую нагрузку для работников и отнимала время отдыха. Поэтому рабочие выходили на перекур, не одевая теплую одежду, или нарушая инструкции, курили рядом со своим рабочим местом в «незаметных» местах. Было принято решение найти изолированное небольшое помещение с вентиляцией, расположенное вблизи наиболее проходных мест. Но такого помещения не нашлось. Поэтому было решено изъять необходимую площадь у туалетов и организовать место для курения.

Аналогичный проект был реализован в административном корпусе. При росте количества рабочих росло количество ИТР, контролеров и специалистов. При этом основная их часть были женского пола, что создавало существенную нагрузку на женский туалет: стали образовываться очереди, возникать конфликты. При этом именно в этом помещении хранился инвен-

тарь для уборки. Анализ показал, что площадь, отведенная на санитарную комнату, достаточно просторная, но при этом используется крайне нерационально, а ее капитальный ремонт проводился в позднее советское время. Был разработан и реализован проект реконструкции, что позволило повысить пропускную способность в 2,5 раза, ликвидировать очереди и производственные потери с ними связанные.

3.2.5 Система подачи предложений по улучшению

В литературе систему подачи предложений по улучшению (Кайдзен или СППУ) описывают как инструмент для поиска идей с целью повышения производительности и снижения потерь (издержек) [105, 106, 107, 108, 109]. Как уже было сказано, в РФ есть институт рационализаторства, работающий по документам СССР. Во многих компаниях ОПК до сих пор существуют внутренние документы регламентирующую рационализаторскую деятельность. По их методике. Но практика показывает, что сама система по подачи и реализации рационализаторских предложений (РП) не функционирует, либо количество предложений носят единый характер. У данной ситуации есть несколько причин

Отсутствие экономической заинтересованности у работников. Одноразовое вознаграждение за поданное и реализованное РП является незначительным на фоне того, что потенциально могут потерять работники в длительной перспективе. У значительной части работников на промышленных предприятиях их уровень дохода и востребованность, так или иначе, зависят от нормы выработки, т. е. работники находятся под давлением: если их производительность падает, они теряют в зарплате, если же их производительность растет, то могут последовать увольнения или переводы на менее престижные (доходные) операции. Реализация РП может на десятки и даже в разы повысить производительность действий и/или операции и привести к ситуации, когда нормы снижаются.

Если же выплачивать за РП существенные суммы (превышающие месячный или даже годовой доход), это спровоцирует у технологов и конструкторов желание изначально закладывать в технологию избыточную сложность для дальнейшей ее «рационализации».

Следующим препятствием для адекватного функционирования СППУ являются руководители: от бригадиров до начальников цехов, которые не заинтересованы в проводимых по БП реорганизациях, поэтому часто препятствуют сбору информации по имеющимся на производстве проблемам. Компании ОПК в РФ практически все были созданы в СССР. За десятилетия существования в них сложилась определенная культура и очень сложные связи внутри коллектива. И каждая из подсистем (цеха, участки, лаборатории, отделы, бюро и т.д.) за это время сформировали свою историю и накопили проблемы, для их скрытия они годами формировали «виртуальную реальность» действительности. И у многих начальников, в особенности у тех, кто давно руководит, их психологическая защита или коллективная психологическая защита их подразделений, мешает объективизировать фактически существующие проблемы.

Третьим препятствием являются патенты и изобретения. В ОПК практически во всех компаниях есть патентные бюро/отделы. Развита культура патентования. Соответственно и самой организации, и работнику выгодно оформлять патент или свидетельство, если есть идеи, позволяющие получать экономический эффект. Так компания защищает свою интеллектуальную собственность, работники получают отчисления от использования патента. Но в такой ситуации могут возникнуть риски, что коллеги на работе могут опередить с подачей патента. Это создает нездоровую конкуренцию внутри предприятия.

Когда в РФ начался процесс разворачивания БП, многие восприняли систему кайдзен как упрощенную версию РП, подразумевая, что экономический эффект обязателен.

В АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» при создании системы подачи предложений по улучшению в производственном подразделении изначально была разработана схема поощрения для работников. В нее включалось: оплата заполненного в соответствии со стандартом бланка (фиксированная сумма); оплата принятия предложения в реализацию: оплата реализации либо помощь при реализации приложения; квартальные премии для наиболее продуктивных работников. Но после доработки системы по подаче предложений по улучшению и реализации возможности пожертвовать деньги на благотворительность, многие особенно активные работники стали отказываться от вознаграждения.

Анализ первых поданных предложений показал, что основная часть предложений являлись фактически жалобами. Работники восприняли систему как способ напрямую донести до начальника производства свои проблемы. Но среди массы этих предложений встречались и ценные, по итогу позволяющие компании экономить миллионы рублей в год и повысить производительность операций и действий, качество или сократить сроки производства. Но в любом случае, основным импульсом были желание облегчить свою работу.

Рассмотрим несколько наглядных примеров того, что стремление работников облегчить свой труд в итоге вылилось в отличные идеи, получившие свое отражение в экономической эффективности и росте производительности.

Трубопровод для дистиллированной воды. После запуска системы предложений по улучшению одним из первых предложений под №31 стало идея провести трубопровод для дистиллированной воды к раковине в соседнее помещение. Причиной послужила необходимость в большом количестве перемещений между помещениями и неудобство, связанные с использованием ведер. Работнику приходилось искать тележку, везти на участок, находить пустые ведра, грузить на тележку и везти на соседний участок. После чего надо было ведра мыть, заполнять дистиллированной водой, разгружать те-

лежку, отвозить ее на место ее парковки. Работникам участка эта ситуация не нравилась, они теряли много времени, совершали большое количество действий и перемещений. Расчет показал, что за год потери 3720 рабочих часов.

Короба для кристаллизации исходного сырья. В 2015 году мастер участка подала предложение под номером 132. В нем она описала суть предложения: из отходов производства изготавливать короба, их в удобном месте и позе засыпать исходное сырье, и уже вместе с коробами проводить режим. За счет увеличения количества, одновременно кристаллизуемого материала, сократилось втрое количество операций, повысилась комфортность работы, снизился риск повреждения нагревательных элементов.

Изначально процесс загрузки и выгрузки стеклогранулята происходил по схеме: освобождалась печь; из огнеупорных кирпичей выкладывались бортики; вручную ведрами засыпали сырье; после проведения режима ручную, используя совки из печи извлекался готовый материал; частично или полностью разбирались бортики из кирпичей; выметались остатки. Процесс был длительным, неудобным, и нес риски повреждения хрупких нагревательных элементов печи.

Гипсовая форма. Когда в 2016 году вырос заказ на выпуск мелкогабаритных изделий, у работников возникла проблема. Старый формовой комплект, изначально созданный в целях отработки технологии и в последствии без изменений используемый в мелкосерийном производстве создавал для работников проблемы (длительный процесс сборки большого количества форм и трудности по последующей очистке оснастки), и при этом был риск возникновения дефекта. Мастером участка была предложена новая конструкция формового комплекта: изготовить гипсовую форму на 5 изделий и собрать в этих форм в виде "Ёлочки" с одним центральным литником. Это позволило формовать сразу 30 заготовок. Тем самым облегчалась работа и снижалось количество дефектов.

Примеры демонстрируют, что, запустив процесс облегчения рабочих процессов через систему подачи предложений по улучшению, и выделив для

реализации предложений определенный уровень ресурсов (время, финансы, желание и т.д.), компания получает несколько бонусов: повышение лояльности со стороны работников, рост мотивации к развитию, снижение сопротивления к изменениям и экономический эффект, который может заключаться либо в экономии, или росте производительности.

Результатом реализации вышеописанных мероприятий была сформулирована идея эволюционного развития СППУ. Каждый этап имеет свои характерные проявления (см. рис. 3.8).

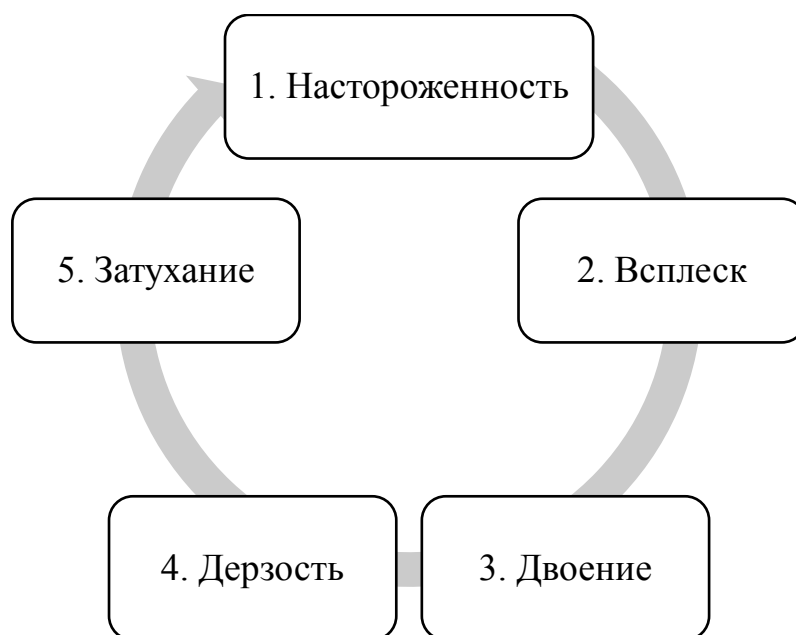


Рисунок 3.8 – Этапы эволюции СППУ (составлено автором)

Этап №1 «Настороженность». На этом этапе работники еще не имеют четкого понимания, что из себя представляет СППУ, для чего она нужна, и, что они могут получить в процессе ее реализации. Без проведения работ по активизации можно надеяться на получение предложений от «пионеров» коллектива. Но найти желающих реализовывать идеи сложнее. Может быть высокий риск получения сопротивления как от работников, так и от руководителей. Количество предложений небольшое, ценные практически отсутствуют.

Ускорить прохождение данного этапа можно за счет:

- обучения работников всех уровней;

- размещение наглядной агитации;
- установка стенда по работе СППУ;
- ускорения реагирования на появившиеся предложения, желательный темп в течение недели;
- максимально аргументированные ответы на отклонение предложения.

Этап №2 «Всплеск». На этом этапе резко возрастает количество предложений. Поняв, что за счет СППУ реально улучшить условия труда, материальное положение, работники начинают активно готовить и предлагать предложения. На данном этапе также присутствует ряд проблем.

Главные проблемы этого этапа:

- нужно выделять большое количество времени на рассмотрение всех предложений;
- сложно не допускать удлинение срока между подачей предложения и его реализации;
- необходимо мотивировать людей для реализации чужих предложений.

Этап №3 «Двоение». Наблюдается снижение количества официально поданных предложений, при этом растет их качество. При этом становится намного проще найти исполнителей идей. Происходит «разочарование» от факта того, что время между подачей предложения и его реализации слишком большое по личному восприятию работников. Они начинают выстраивать внутриколлективное и межколлективное взаимодействие для самостоятельной реализации своих идей. Становится нормальными ситуации типа «сам придумал, сам нашел ресурсы, сам реализовал».

Главные трудности – не потерять контроль за ситуацией, пресекая вмешательство в технологию производства.

Этап №4 «Дерзость». Характеризуется ростом предложений с высокой стоимостью реализации или длительностью. Связанно с двумя аспектами: кончаются «низко висящие плоды» очевидных проблем, которые можно

быстро и дешево устранить, и растут «аппетиты самих работников», им хочется большего.

Этап №5 «Затухание». Этап разочарования. После череды быстро реализуемых улучшений происходит потеря ощущения движений к лучшему, люди начинают забывать, как раньше было плохо и некомфортно. Дорогостоящие идеи реализуются долго или откладываются до выделения средств. Мотивация к изменениям падает естественным путем, рабочие условия комфортны, а ряд идей, которые можно предложить, начинают создавать угрозу их стабильности их трудоустройства. При этом находить проблемы становится все сложнее. Первый виток развития СППУ закончен, и для выхода на новый виток нужно менять условия (обучать, уменьшать партийность, повышать нормы, ужесточать требования к срокам и ритмичности и т.д.).

На рисунке 3.9 показано изменения соотношения общего количества предложений по улучшению и к количеству полезных.



Рисунок 3.9 – Изменение соотношений полезных в общем количестве поданных предложений по улучшению (составлено автором)

Для прохождения полного цикла компании/подразделению требуются годы. Так как нужно не просто время на сбор и реализацию многочисленных

предложений, а время для изменения мышления и мировоззрение работников. Это цикл меняет всех, кто участвует в нем. Люди становятся более активными, деятельными и вовлеченными, и соответственно мотивированными. Если неожиданно их озадачат изменениями, к которым они не готовы, работники продемонстрируют полный набор сопротивлений, но вот длительность и его интенсивность будет существенно ниже.

Основные требования для успешной работы СППУ:

- высокая скорость реагирования на поданные предложения: чем короче, тем лучше; в идеале срок – неделя;
- прозрачность работы СППУ для работников, важно их информировать о статусе предложений, а в случае отказа от реализации предложения, готовить аргументированный отказ;
- включение соревновательной составляющей через систему баллов, конкурсов и т.п.;
- публичное поощрение отличившихся, в идеале первым лицом компании (см. прил. 2);
- исключение негативной реакции, как на сами предложения, так и информации (фактов), полученных из предложений;
- формирование и поддержка работы команды активистов, отвечающая за работу СППУ;
- личное участие руководителей всех уровней;
- механизм нахождения ресурсов на реализацию предложений;
- обучение работников.

3.2.6 Обучение бережливому производству и участие в конкурсах проектов

На сегодняшний день, в российской практике, существует немало проблем, связанных с обучением и повышением квалификации среди существующих работников ОПК.

В этой ситуации популярным инструментом становится организация системы внутреннего обучения, использующая как внутренние возможности (наставничество, внутреннее обучение), так и привлечение внешних обучающих организаций и специалистов. При этом формирование внутренней системы развития работников, позволяющей подготавливать, организовывать и проводить обучение непосредственно в компании, создают серьезные конкурентные преимущества для любой компании за счет снижения стоимости обучения одного работника, возможности гибко выстраивать процесс обучения, работать на наиболее актуальных направлениях и использовать закрытые для внешних представителей специфичные аспекты. Это еще более актуально для ОПК, где из-за соображения безопасности бывает невозможно проводить полноценное обучение с использованием внутренних данных самой компании.

В АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» реализуются подходы развития производственных систем, базирующихся на идеях бережливого производства. Для начала эффективной работы по трансформации существующей культуры производства важно сформировать единое мировоззрение среди всех работников, задействованных в работе по развитию производственной системы. Изменение мировоззрения людей - сложный и длительный процесс, который успешно протекает только при наличии внутренней мотивации у работников. Важно, чтобы работники, участвующие в процессе развития производственной системы, «говорили на одном языке», имели максимально близкий и единый понятийный аппарат, и общее понимание того, что и как можно сделать. Эффективно достичь такого состояния процесса возможно за счет обучения персонала. Выстраивая его, как целенаправленный, организованный, планомерно и систематически осуществляемый процесс развития профессиональных знаний, умений и навыков работников [2].

Таким образом, обучение реализует сразу несколько задач: повышает мотивацию работников для саморазвития и развития производственной системы; изменяет мировоззрение и способствует лучшему пониманию того, как

функционирует компания, помогает понять для чего нужны те или иные службы и отделы; формирует новые неформальные связи за счет обсуждений различных тем, участия в деловых играх и подготовки проектов. Для повышения отдачи от обучения важно вовлекать в этот процесс как можно больше различных отделов и служб, в особенности вспомогательных.

Выстраивание системы обучения позволяет заложить основу для развития производственных процессов и формировать единую терминологию у специалистов и руководителей различных уровней [193]. Делая ставку на внутреннее обучение, следует дополнять его обучением с привлечением внешних обучающих организаций, при этом необходимо тщательно подходить к формированию программы обучения (см. таб. 3.1).

Таблица 3.1 – Сравнительная характеристика программ обучения бережливому производству (составлено автором)

Целевая группа	Длительность обучения	Уровень	Деятельность	Форма проверки
Базовый (студенты)	4-6 часов (1 день)	Базовый модуль	Лекции	Опрос, анкета
Работники рабочих профессий	8 часов (4 дня по 2 часа в день)	Базовый модуль	Лекции, посещение гембы	Опрос, анкета, заполненный бланк предложений по улучшению
Специалисты, ИТР и мастера	24 часа (12 дней по 2 часа в день)	Стандартный модуль	Лекции, посещение гембы, деловая игра, защита проекта перед другими учащимися	Опрос, анкета, проект А3.
Кадровый резерв	32 часа (16 дней по 2 часа в день)	Расширенный модуль	Лекции, посещение гембы, деловая игра, защита проекта перед руководством компании	Опрос, анкета, проект А3.

В АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» разработана модульная программа обучения, включающая себя следующие модули:

Базовый – для рабочих специальностей. Наиболее компактный по наполнению курс, в который обязательно включается ознакомительное ме-

роприятие в виде посещения и знакомства с опытом подразделений, добившихся лучших результатов по развитию производственной системы на предприятии и проведение деловой игры. По итогам обучения работники заполняют бланк предложений по улучшению, который впоследствии передается их руководству.

Стандартный – для ИТР, мастеров и специалистов. Это более объемный курс, включающий в себя развернутые темы, посвященные бережливому производству и методологию, помогающую проводить изменения. Также проводится расширенное ознакомительное мероприятие, деловые игры и несколько диагностических тестирований. По итогам обучающиеся готовят проект по улучшению, оформляя его в виде отчета А3, и публично защищают его.

Расширенный – для кадрового резерва. Наиболее полный курс, включающий в себя стандартный, с расширенным изучением методологии работы с коллегами и подчинёнными. Акцент смещается на организацию процесса развития производственной системы.

Модульная программа позволяет гибко выстраивать процесс обучения, при этом осуществляется преемственность.

Участие в конкурсах. Деятельность, которую многие руководители и рядовые работники недооценивают. Можно выделить следующие положительные моменты:

- возможность увидеть другие проекты и пообщаться с их исполнителями;
- реклама компании и участников проектов;
- для многих работников возможность выделиться перед коллегами важна, и тогда для них право участвовать в конкурсах важно, и это повышает их мотивацию;
- как процесс рефлексии деятельности по улучшению на основе определённых правил, конкурсы требуют формализовать многие показатели;

- хорошее команднообразующее мероприятие. Команда, вовлеченная в работу по улучшению технологии керамики, участвовала в различных конкурсах (см. рис. 4.21). Важно понимать, что главной целью участия должна стать не победа, а возможность развития.

4 АПРОБАЦИЯ РАЗРАБОТАННОЙ КОНЦЕПЦИИ И УСОВЕРШЕНСТВОВАННОГО ИНСТРУМЕНТАРИЯ ОРГАНИЗАЦИИ БЕЗДЕФЕКТНОЙ РАБОТЫ

4.1 Оптимизация производственных участков

С целью улучшения организации производства выявлены источники для формирования обменного фонда для реализации оптимизации производственной логистики. Сформированы общие принципы при выборе мест для переноса участков и оборудования.

В целях ускорения *операции входного контроля комплектующих* был разработан проект и организован специализированный участок для его реализации. До оптимизации процесс входного контроля реализовывался в разных местах на территории предприятия силами нескольких обособленных подразделений, не имеющих общего руководства. По результатам проекта удалось сократить занимаемые площади под операцию в 2,5 раза, сократить время ее проведения на 50%, повысить качество проведения за счет использования координатной измерительной машины, для которой была разработана стандартная операционная карта (СОК).

Мехобработка. По мере роста заказа шла покупка новых станков, для расположения которых искали любые подходящие помещения. Из-за чего в итоге участок территориально располагался в трех разрозненных помещениях в разных частях корпуса цеха. Именно нехватка свободного места для установки новых станков инициировала работу по оптимизации. Работа шла параллельно в разных направлениях. Наибольший эффект получил проект, включающий обмен площадями с другим структурным подразделениями (лабораториями). После согласования изменений были удалены стены и перенесен склад. Рядом с участком был организован пост визуально-оптического контроля. В то же время работа токарей была реорганизована на

многостаночную. С этой целью были стандартизированы места для работы с паспортами и заменой режущего инструмента.

На *участке обжига* были демонтированы две неисправные старые крупногабаритные печи. На освободившемся месте на первом уровне были размещены два пункта контроля, а на втором уровне возведено помещение для работников с контролируемым климатом и комфортными рабочими местами. Благодаря чему места для работы с документацией убрали из горячей зоны (температура на участке могла превышать 40°C), а на высвобожденное пространство установили дополнительные современные высокотемпературные печи. Дополнительно была установлена климатическая установка, позволившая снизить температуру воздуха в помещении. На описываемый участок с участка сушки была перенесена операция зачистки заготовки с организацией системы улавливания пыли, которую в дальнейшем стали использовать для изготовления оснастки (сердечника). Благодаря установке планшайбы и высокой интенсивности света при одновременной его однородности повысилась скорость выполнения операции, снизилось количество дефектов и повысилось удобство проведения операции для работников.

Перенесенный на участок обжига пост для зачистки заготовки позволил увеличить свободное пространство на участке сушки, улучшить условия труда и увеличить срок службы установок сушки, которые часто выходили из строя из-за большого количества пыли, которая возникала при зачистке заготовок.

Участок нанесения пенетранта. На участке проводится нанесение пенетранта для проведения цветной капиллярной дефектоскопии. До улучшений операция проводилась вручную на специально сконструированном оборудовании. Скорость операции и ее качество зависело от размера изделия и квалификации работника. Для работы было необходимо одевать СИЗы: очки, респиратор, перчатки и халат, так как вещество, с которым приходилось сталкиваться ходе производственного процесса, очень агрессивно проникает

во все поры и трещины. По итогам проведенного исследования для удаления вещества с изделия используют операцию выжигания в печах.

Для повышения качества операции, ее ускорения и нивелирования человеческого фактора было решено установить автоматизированную установку по нанесению пенетранта. Новое оборудование повысило производительность участка, качество нанесения средства и уменьшило его негативное влияние на работников за счет отказа от прямого взаимодействия.

На *участке формования* изменили конструкцию кантователей, благодаря чему удалось на том же пространстве установить дополнительные формовые комплекты.

Участок помола. По мере роста объема выпуска продукции росла потребность в шаровых мельницах, которые устанавливали в любых подходящих помещениях, в том числе на разных этажах. Изначальные материалы для приготовления шликера готовятся на первом этаже. Сама операция приготовления шликера требует неоднократного измерения в лаборатории его свойств и готовности для последующего использования. Часть мельниц были расположены на втором этаже. Это приводило к большому количеству перемещений и задержек. Сам шликер после приготовления отправлялся на участок формовки, который находился на первом этаже. Нахождение мельниц на втором этаже было крайне нежелательным.

Было решено переносить все мельницы на первый этаж поближе к лаборатории, где проводят замеры свойств шликера и находятся участки подготовки материала и формовки.

Параллельно шел процесс стандартизации конструкции шаровых мельниц. Проведен водопровод с дистиллятом в каждое помещение, что позволило сократить потери на избыточное перемещение и повысить производительность. Дополнительное место для участка удалось получить за счет помещения (36 м²), занимаемой старой неисправной вентиляционной системой после ее демонтажа и прорубания прохода для прямых сообщений между помещениями.

Перенос всех мельниц для помола на один этаж ближе к лаборатории, в которой проверяют качество шликера, кроме позитивного эффекта для операции приготовления шликера (снижение потерь, улучшение управляемости, повышения производительности), позволило разгрузить грузовой лифт и уменьшить время потерь для других транспортировок.

4.2 Апробация новой методики расчета операционного коэффициента запуска

Новая методология (см. таб. 4.1 и рис. 4.1) подсчета коэффициента запуска операций будет давать иные управленческие сигналы. Хотя она и не обеспечит однозначности нахождения виновников за превышение допустимого значения коэффициента запуска операций, зато позволит снизить количество демотивированных работников за чужие действия, отказаться от дальнейшей длительной и дорогостоящей программы по перевооружению станочного парка и поиска дополнительных производственных площадей для их размещения.

Стремление использовать основополагающий принцип БП – открытое признание проблем, обучение работников принципам и инструментам БП [2] и личное участие руководства – позволит запустить процесс изменения мировоззрения как рядовых работников, так и мастеров и ИТРов по отношению к их поведению после обнаружения критических дефектов.

Это упростило реализацию сразу нескольких задач, которые были поставлены руководством перед цехом: повышение качества продукции; увеличение количества выпускаемой продукции без увеличения производственных площадей; повышение прибыльности производства; возможность выхода на гражданский рынок.

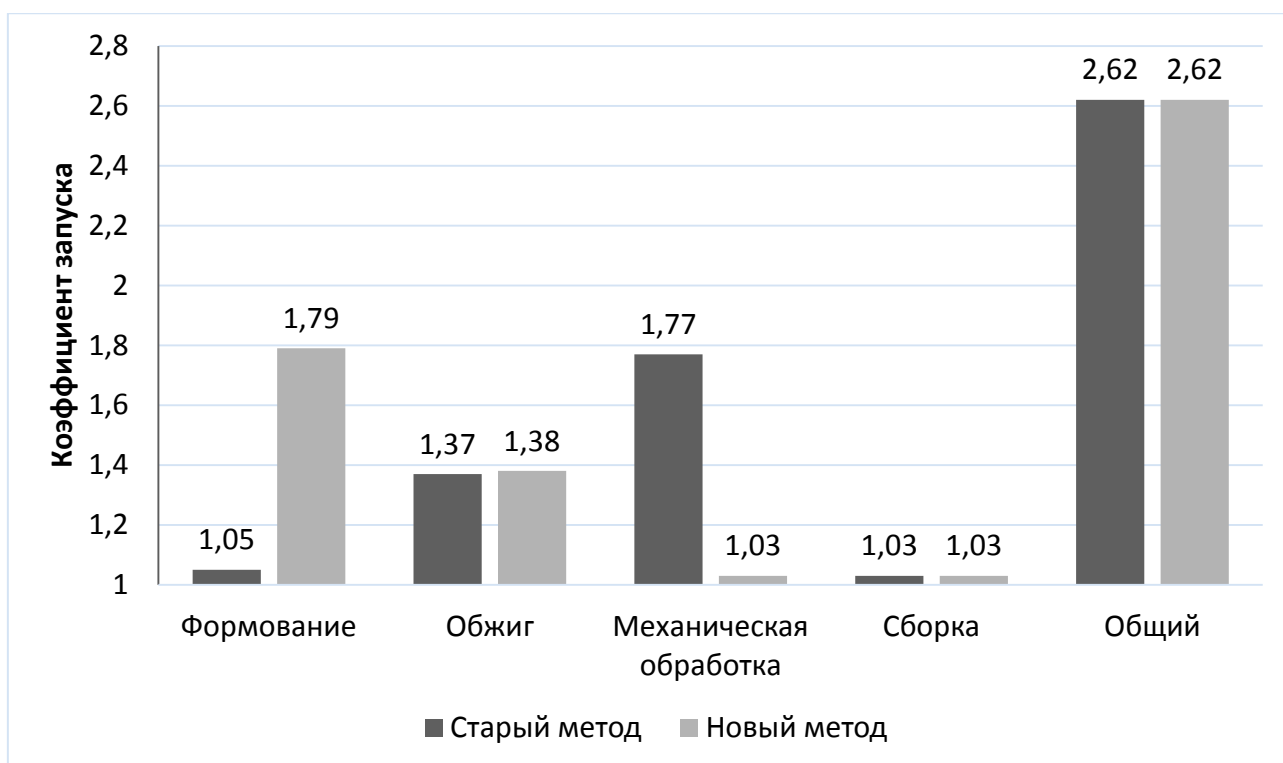


Рисунок 4.1 – Сравнение коэффициентов запуска старого и нового метода расчета (составлено автором)

Причем в ряде случаев, если в дефекте виновата оснастка или иное оборудование, то на нем будут выпускать дефектные заготовки. Тем самым увеличивается количество выпускаемой продукции с дефектами, что заставляет руководство еще больше увеличивать уровень перепроизводства ради своевременной отгрузки заказа. Фактически начинает раскручиваться маховик роста дефектов на производстве, которые нарушают его ритм из-за необходимости тратить время и внимание на их устранение или выяснение причины возникновения дефектов. Нарушенный ритм приводит к резким изменениям и ошибкам в планировании и руководстве, это приводит к авралам, приводящим к нарушению выполнения операций, а само подобное нарушение приводит к появлению дефектов. Таким образом система теряет управляемость (см. рис. 2.13).

Таблица 4.1 – Изменение методики расчета коэффициент запуска (составлено автором)

	Операция				Общий
	Формование	Обжиг	Механическая обработка	Сборка	
Старая методика расчета коэффициент запуска	1,05	1,37	1,77	1,03	2,62
Количество годных заготовок	$\sim 95\% \times N_{\phi}$	$\sim 69\% \times N_{\phi}$	$\sim 0,39\% \times N_{\phi}$	$\sim 0,38\% \times N_{\phi}$	$\sim 0,38\% \times N_{\phi}$
Новая предлагаемая методика расчета коэффициент запуска	1,79	1,38	1,03	1,03	2,62
Количество годных заготовок	$\sim 56\% \times N_{\phi}$	$\sim 40\% \times N_{\phi}$	$\sim 39\% \times N_{\phi}$	$\sim 38\% \times N_{\phi}$	$\sim 38\% \times N_{\phi}$
Изменения в пооперационных коэффициентов запуска	+0,74	+0,01	-0,74	0	0
Основные дефекты выявляемые после завершения операции	трещины включения раковина недолив	трещины скол	трещины включения раковина скол РТХ не в допуске	прочность не в допуске	-
Основные дефекты закладываемые на операции	трещины включения раковина недолив	трещины прочность не в допуске скол	трещины прочность не в допуске скол РТХ не в допуске	-	-

Продemonстрируем обычный пример негативного воздействия инерции мышления и нежелания использовать статистическое мышление при разработке нового формового комплекта, необходимость которого была выявлена в процессе анализа. В рамках выпуска гражданской продукции в цехе освоено выпуск керамических тиглей, изготавливаемых методом шликерного литья в гипсовую форму. В целях максимизации использования шликера (объем мельницы подобран под потребности формировать габаритные изделия из специальной керамики) операция формования происходит серийно. Для данного изделия был разработан свой формовой комплект (см. рис. 4.2). С целью экономии при создании формового комплекта было принято решение сделать конструкцию, когда на одной центрирующей подвеске (поз.1) можно было через резьбовое соединение крепить сердечник для формирования внутренней поверхности заготовки и модель для формирования рабочей поверхности гипсовой формы. Кроме того для быстроты и удобства смены деталей в них пришлось оставлять технические отверстия для отвертки. Но после переналадки данное отверстие необходимо было качественно замазывать. И хотя данное решение позволило компании однократно сэкономить определённую сумму денег, в процессе его реализации изначально могли возникнуть вопросы: насколько прочно будет происходить фиксация деталей и не станет ли замазка причиной дефектов, не говоря уже о том факте, что работник может и забыть/отказаться от замазывания отверстия или выполнить данное действие недостаточно качественно.

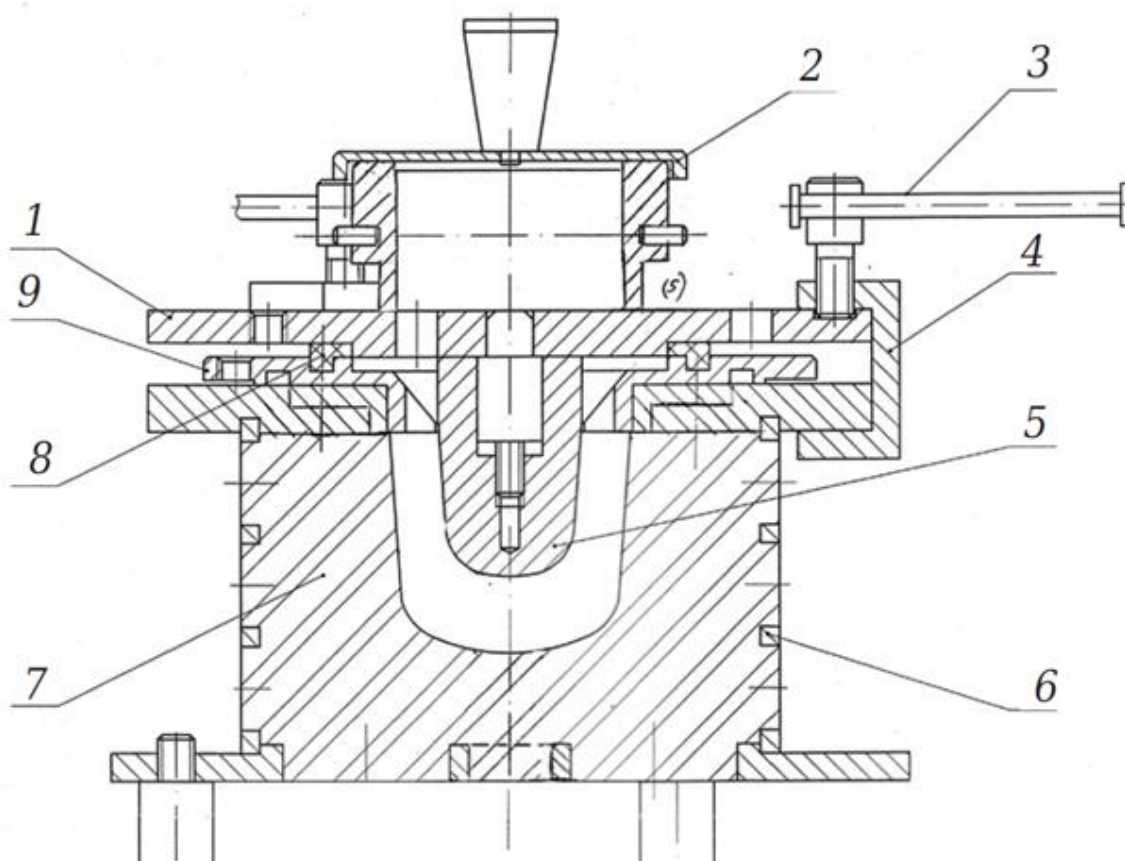


Рисунок 4.2 – Схема формовочного комплекта в сборе: 1 – подвеска; 2 – крышка; 3 – винт; 4 – скоба; 5 – сердечник; 6 – форма; 7 – гипс; 8, 9 – кольцо [12]

Практика показала, что самой большой проблемой стала ситуация, когда при извлечении очередной заготовки, заплатка или ее часть из отверстия на сердечнике выпадала. И если рабочий данный факт не отмечал или не реагировал на это, то происходило нарушение внутренней поверхности при формировании, а при извлечении заготовки из формы на данном месте на заготовке возникал критический дефект (см. рис 4.3). Но так как формование идет серийно, то с данным сердечником все оставшиеся заготовки будут дефектными. После выявления частоты возникновения данных случаев и количества испорченных заготовок стало понятно, что в реальности ни о какой экономии при таком решении не идет.

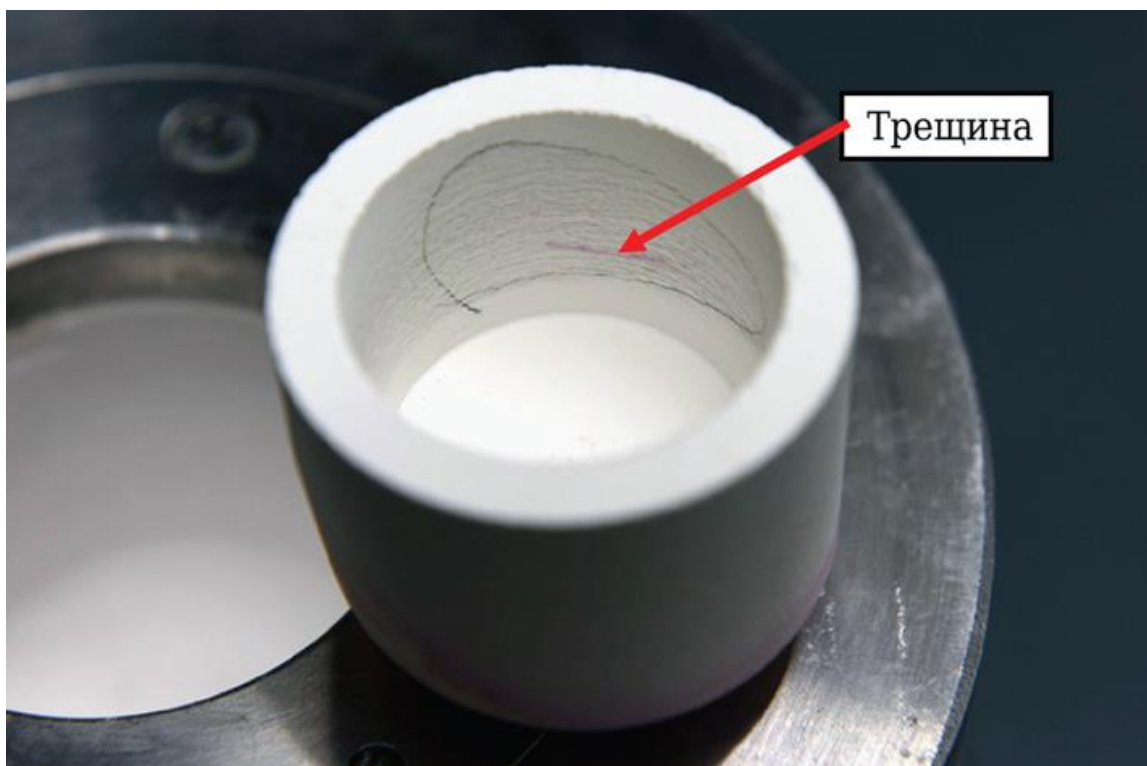


Рисунок 4.3 – Выявленный критический дефект в тигле после обжига
(составлено автором) [12]

В соответствии с методологией БП все предложения по улучшению можно разделять на 4 вида "быстро и не дорого", "долго и не дорого", "быстро и дорого" и "долго и дорого" которые показаны в «Петле рациональности выбора улучшений» (см. рис. 4.4).

При выборе нужного варианта важно изначально определить, где проходят границы между «быстро-медленно» и «дорого-недорого». Для каждой организации, исходя из ее размера, бюджета, структуры управления и корпоративной культуры, границы разделений будут существенно различаться. Вышеперечисленные решения также можно разделить на группы. Такое деление позволит лучше спланировать будущие мероприятия, оптимальнее распределить временные, трудовые и финансовые ресурсы. Начав с группы "быстро и не дорого", можно достаточно в короткое получить позитивные результаты. Тем самым упрощается общение с руководством (растет авторитет), участники процессов улучшения видят результаты своих усилий и становятся более мотивированными и активными, а уменьшение потерь позво-

ляет высвободить дополнительные ресурсы для реализации последующих улучшений.



Рисунок 4.4 – «Петля рациональности выбора улучшений»
(составлено автором) [12]

Чем меньше потерь в потоке создание ценности и чем он равномернее, тем меньше требуется от участников усилий, тем самым уменьшается количество авралов, конфликтов, улучшается психологический климат в коллективе, увеличивается доверие между руководством и рядовыми работниками, становится проще и легче находить и признавать существование проблем. Так начинает раскручиваться маховик «Цикл Шугарта-Деминга». Данный процесс по своей сути бесконечен и формирует в коллективе новую культуру производства.

Среди выше изложенных предложений по улучшениям можно выделить из группы «быстро и не дорого» – поиск нового материала для рабочей поверхности сердечника; «долго и не дорого» - создание транспортной системы перемещение заготовок между операциями; поиск нового материала и

разработка технологии для производства мелющих тел и футерованных плиток для шаровых мельниц; модернизация установки сушки; «быстро и дорого» – создание выделенного рабочего места для зачистки заготовки после ее формования. Решения из группы «долго и дорого» реальности принимаются крайне редко, и как правило к этим решениям обращаются, когда известно, что в ближайшее время (год, два, три) ожидается резкое увеличение заказа (в два, три раза), и уже сейчас необходимо готовится к предстоящей высокой загрузке.

Анализ существующей технологии производства с использованием принципов и инструментов БП продемонстрировал несколько моментов:

- влияние человеческого фактора на образование дефектов высоко, и необходимо активно заниматься стандартизацией операций, увеличивать визуализацию рабочих мест и внедрять защиту от непреднамеренных ошибок (Рока-Уок) в наиболее критичных местах, изменять мотивацию работников так, чтобы все участники процесса были заинтересованы в уменьшение количество дефектов;
- вспомогательные операции (сборка и подготовка формового комплекта к формованию, извлечение заготовки из формы и ее последующая транспортировка) серьёзно влияют на количество дефектов.

4.3 Перестройка организации потока создания ценности

В ходе проведение изменений в организационной структуре, должностных инструкциях и организации производства удалось сократить максимальную задержку на реагирование после выявления дефекта в 50 раз.

Следующим результатом апробации предлагаемых изменений организации производства стала перестройка организации потока создания ценности, следствием чего наблюдается изменение времени сокращения цикла производства. Важно стремиться к его минимизации. Классический подход для его сокращения реализуется за счет организации системы вытягивания. В

оборонно-промышленном комплексе, учитывая его условия ценообразования и отсутствия свободы распоряжаться своей продукцией, данный подход экономически непродуктивен и ведет к замораживанию существенного количества оборотного капитала (вплоть до общей годовой выручки) и необходимости выделения существенных ресурсов для организации адекватной системы хранения незавершённого производства.

Была предложена и реализована новая модель организации производства (см. рис. 4.5) – гибридная. Весь поток создания ценности был изучен и была найдена граница, до которой рационально выстраивать систему вытягивания. Точкой разделения стала завершение приготовления шликера. Начиная с операции формования характер организации производства менялся на выталкивающий со стремлением максимально сократить размер партии вплоть до единичного значения. Вытягивающая система для всех операций, необходимых для приготовления шликера, рациональна, так как для производства большей части продукции используется три материала.

Достигнув операции сборки производственный поток из выталкивающего снова перестраивается в вытягивающий. Сборка происходит исключительно после поступления от заказчика комплектующих в максимально сжатые сроки (до 2 дней). Гибридная модель организации производства нацелена на снижение рисков срыва ГОЗ и минимизацию замораживания оборотных средств и занимаемой для хранения производственных площадей. Проведен анализ новой модели и ее преимущества и недостатки по сравнению с существующими с учетом особенности выполнения ГОЗ в ОПК (см. таб. 4.2). Целесообразность использования гибридной модели организации производства увеличивается пропорционально увеличению количества операций в технологии, снижению серийности и росту требований к качеству изделий.

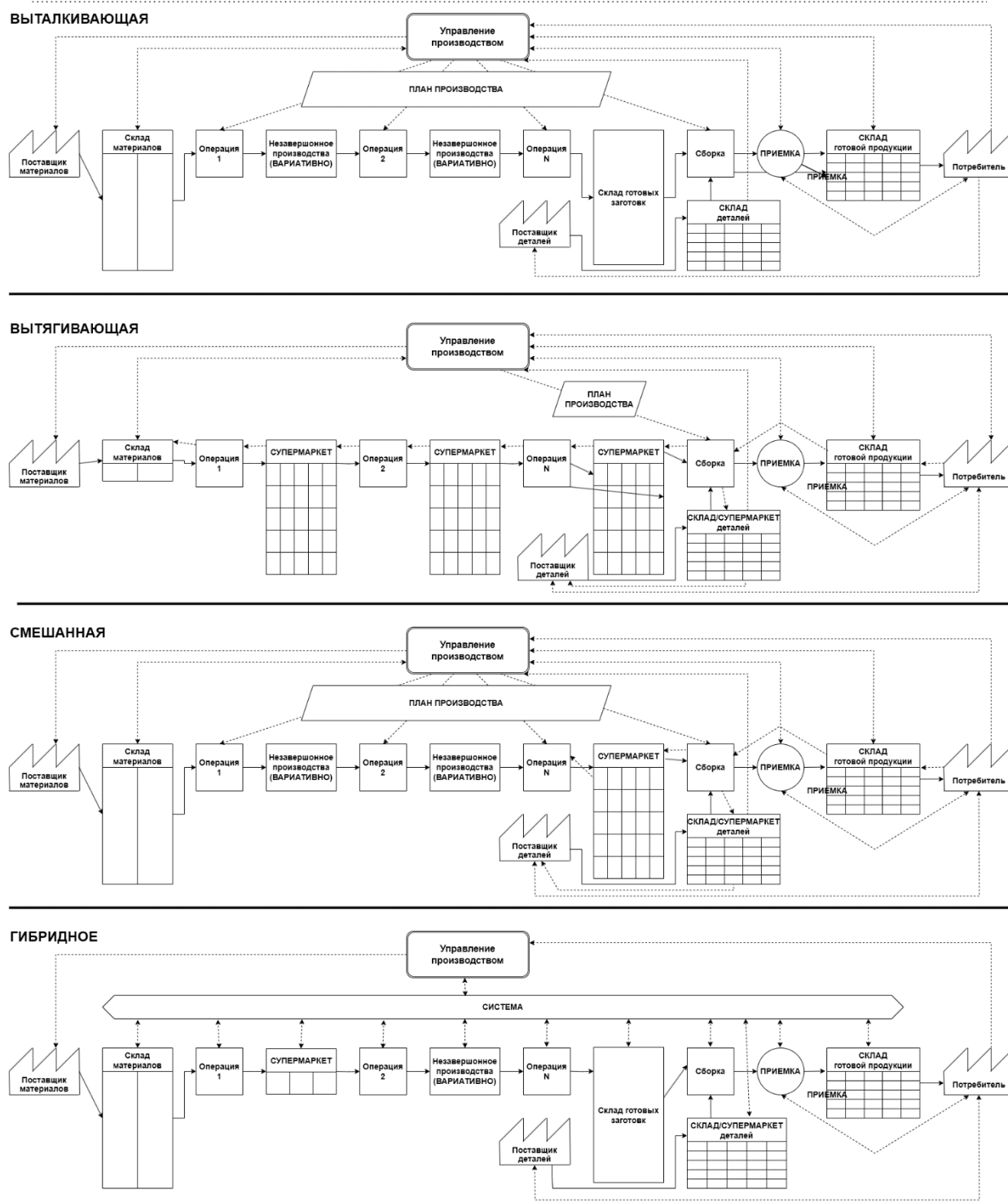


Рисунок 4.5 – Варианты производственных систем (составлено автором)

Таблица 4.2 – Сравнительный анализ моделей организации производства (составлено автором)

Критерий	Выталкивающая производственная система		Вытягивающая производственная система		Смешанная производственная система		Гибридная производственная система	
	Длинный	Короткий	Длинный	Короткий	Длинный	Короткий	Длинный	Короткий
Длительность производственного цикла								
Риск срыва ГОЗ	3	2	5	4	3	2	2	1
Требование к планированию и прогнозированию	5	3	2	1	3	2	3	2
Складские запасы	5	4	2	1	4	3	4	3
Незавершённое производство	5	4	2	1	3	3	4	3
Реагирование на изменение спроса	5	4	3	1	4	2	3	2
Оборачиваемость оборотных средств	4	3	5	1	4	2	4	3
Зависимость от поставщиков	3	2	5	5	4	2	3	2
Время реагирования на выявление дефектов	5	3	4	2	4	2	3	1
Объем потерь, связанных с дефектами	5	3	4	2	4	2	3	1
Итого	40	28	32	18	33	20	29	18

4.4 Оценка эффекта от развития производственной системы

4.4.1 Обобщение

При повышении ритмичности или постоянной борьбы с потерями наблюдается повышение производительности и уменьшение степени перегрузки только в случае, если она возникла по объективным причинам.

Именно на этом основана методология повышения производительности в данном исследовании: повышаем ритмичность и уменьшаем потери через вовлечение в данный процесс персонала, но при этом не трогаем саму технологию.

Важно захватывать, как можно больше подходов и инструментов повышения производительности, добиваясь синергетического эффекта. И если даже одно конкретное решение дает на первый взгляд незначительную прибавку, при реализации с десятков таких идей создается заметный прирост. Каждое незначительное улучшение позволяет экономить некоторое время, которое в свою очередь можно потратить на увеличение производительности или на дальнейшую работу по улучшению. Снижение пустой траты времени и усилий у работников, позволяет им меньше уставать, нервничать, что позитивно влияет на качество, а за счет снижения количества дефектов работникам приходится меньше работать. Так запускается спираль улучшений (см. рис. 4.6).

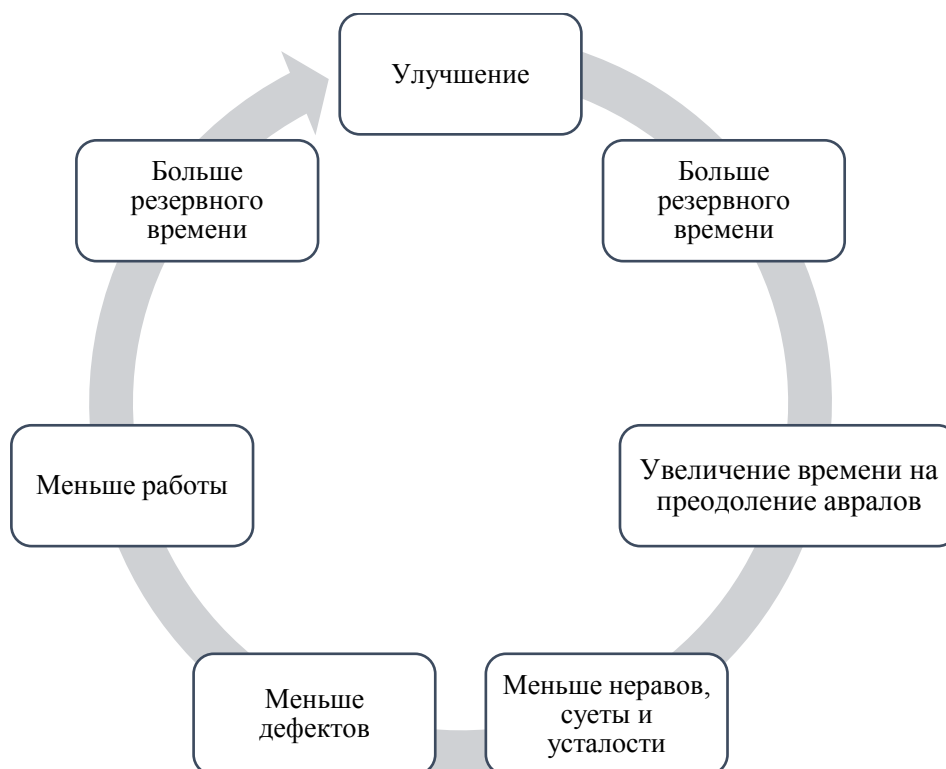


Рисунок 4.6 – Спираль улучшений (составлено автором)

4.4.2 Точки роста

Но на любом производстве есть точки роста, которые можно с разной скоростью активировать. Для нахождения одних требуется время и анализ, для других – достаточно наблюдательность и/или внимательность, готовность слушать и общаться. Все точки роста можно разделить на несколько условных групп:

- **Быстро находимые и устранимые, подчас исключительно организационным путем:**

- выявленные или озвученные работниками проблемы с оборудованием, оснасткой, инструментом или рабочим местом. важно дойти до первопричины возникновения данной ситуации и воздействовать именно на исходные факторы;

- беспорядок и грязь. четкий индикатор возможностей;

- количество, место и время хранения незавершенной продукции.

дают наглядную индикацию нарушения ритмичности;

- отсутствие свободных мест в комнатах приема пищи;
- активная политика работников всех уровней переложить вину на коллег. индикатор неадекватной системы оценки результативности и страха;
- отсутствие занятости сотрудников в неотведенное для отдыха время, при срывах производственных планов, в особенности, если работник на сдельной оплате труда;
- царапины и сколы на стенах, углах, дверях и дверных косяках. формируют негативное восприятие рабочего пространства и может быть индикатором проблемы с логистикой;
- любые, даже мелкие дефекты поверхностей. риски получения травмы и дефектов при транспортировке;
- оценка достаточности освещения. при недостаточном освещении растет риск получения брака (хуже видно грязь и дефекты на изделиях), повышена утомляемость и снижается эмоциональное состояние работников;
- анализ количества больничных, их изменения и колебания в течение года;
- оценка наличия адекватных указателей и табличек.
- **Требующие подготовки:**
 - работающая система подачи предложений по улучшению;
 - выявление отклонений в сроках эксплуатации оборудования, оснастки инструментов, либо резкое увеличение расходов на его ремонт;
 - анализ на чем и как защищают изделия при транспортировке, в особенности если транспортировка проходит по территории предприятия;
 - время прихода и ухода работников с работы – четкий индикатор низкой мотивации и вовлеченности при высоком уровне загрузки или даже срывов плановых показателей;
 - анализ графика отгрузки продукции с сопоставлением с графиком запуска в производство. интересны «задерживающиеся» или «обгоняющие» изделия.

Основная масса направлений работы с проблемами легко находится. Запуск работ по их устранению часто дает быстрый результат. Фактически достаточно одного посещения производственной площадки для нахождения новых идей для повышения производительности.

При работе с проблемами (см. рис. 4.7) важно установить взаимосвязь с первопричиной ее возникновения. Это может перевести проблему из мелкой в серьезную, если окажется, что первопричина возникновения влияет и на другие процессы. Дополнительно нужно оценить влияние изменений на остальные процессы с целью недопущения возникновения субоптимизации.

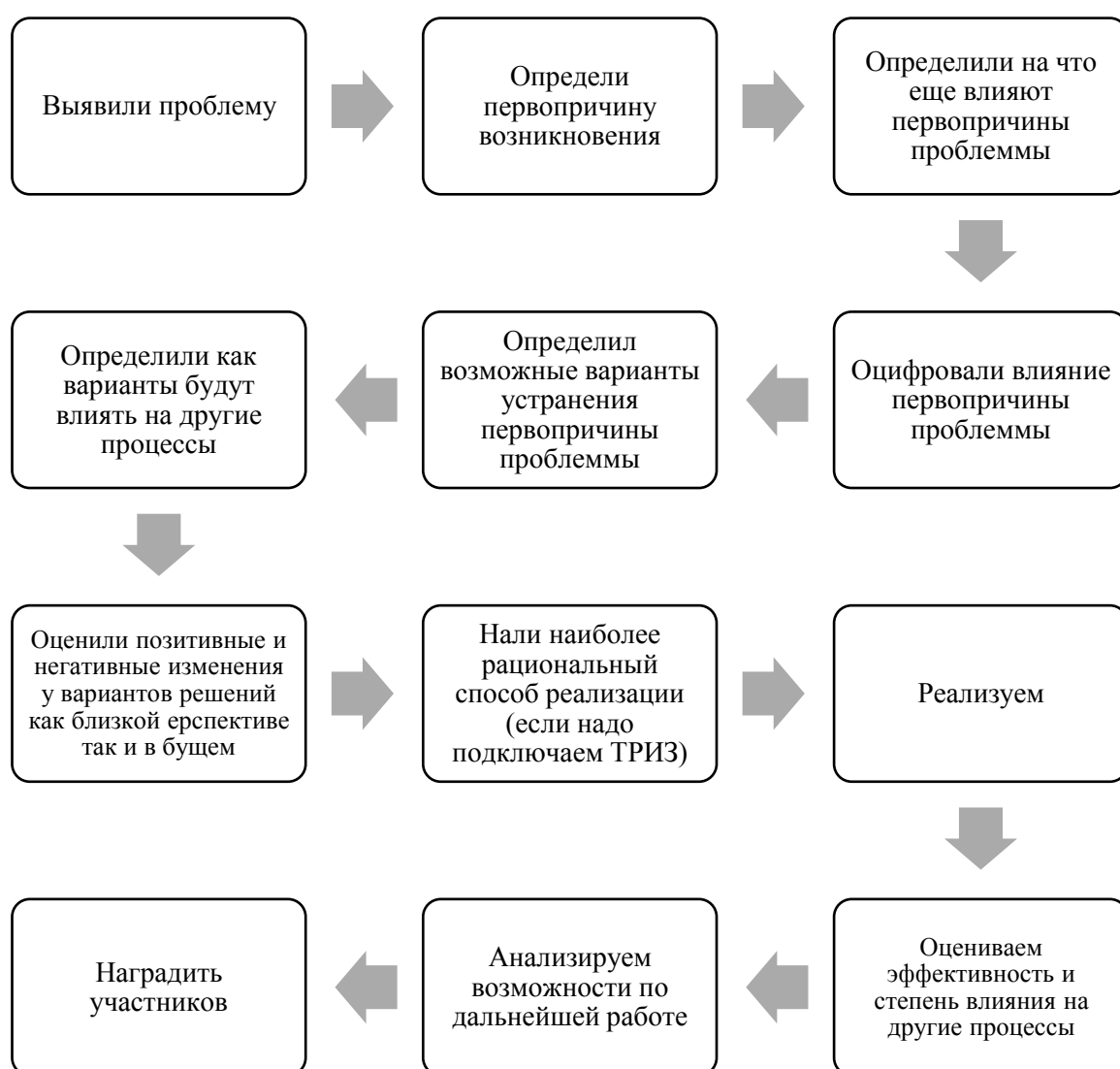


Рисунок 4.7 – Общая схема по работе с проблемами (составлено автором)

Важно понимать, что не бывает мелких проблем, а есть проблемы, которые экспертным путем дается низкая оценка значимости. Подчас мелкие неприятности могут создавать существенные проблемы в самых неожиданных местах.

Со временем при систематической работе по поиску проблем происходит понимание, что в независимости от специфики производства и технологии есть общие факторы, мешающие повышать производительность. Среди основных можно выделить: недоверие в коллективе; лень; инерция мышления; деструктивная личностная и коллективная психологическая защита; страх; недостаточная квалификация; отсутствие навыков конструктивной работы в коллективе; неготовность признавать свои ошибки; неготовность просить помощи; избегание неудачи и т.д.

Методическая работа по развитию производственной системы (культуры производства) позволяет существенно повышать производительность. Данная работа носит долговременный характер, требует наличие лидера, команды изменения и ресурсов.

Коротко озвучим основные ловушки, возникающие в процессе работы:

- Стремление собирать максимальный объем. Есть риски потери мотивации или даже снижение актуальности.
- Стремление делать изменения «идеально». Это удлиняет процесс, а значит теряется позитивный эффект, и снова риск потери мотивации или даже снижение актуальности.
- Парализующий страх того, что не получится или изменения даже ухудшат ситуацию. Часто инициирует две выше перечисленные ловушки.
- Желание согласовать со всеми, добиться полного одобрения всех, кого изменения будут касаться. В реальной практике часто возникают сопротивления улучшениям, которые в последствии окажут позитивное влияние на работу.

- Устанавливать «комфортные или избыточно длинные сроки реализации». Поэтому теряется позитивный эффект, и снова риск потери мотивации или даже снижение актуальности.
- Увлечение пилотными проектами. Польза от пилотных проектов преувеличена. Если процесс не выравнен до участка, где проводится пилотное внедрение, не получится реализовать преимущества затраченных ресурсов, времени и финансов на его реализацию.
- Стремление улучшать все и везде. Приводит к разбазариванию усилий, ресурсов и финансов. Нужно иметь четкое понимание, где и что является основными проблемами, и приоритет делать в том направлении, которое устраняет наиболее существенные проблемы.
- Стремление контролировать вся и все. Формируем команду изменений, делегируем.
- Не фиксировать ситуацию ДО. Все забывают, как было плохо в начале, и очень быстро воспринимают улучшенную ситуацию, как ту, которая была всегда. Это сильно демотивирует людей, они теряют чувство движения. Им кажется, что вся эта работа по улучшению – пустая трата времени и усилий.
- Решать проблемы только, когда они стали острыми. В этот момент люди перегружены и находятся в сильном стрессе. Любые изменения и даже идеи изменений будут встречены «в штыки». Надо стремиться заранее находить узкие места.
- Внедрение инструмента из арсенала БП ради внедрения самого инструмента. К сожалению, очень частая проблема. Особенно разрушительные последствия могут быть, если инструмент воспринимается ошибочно.
- Отсутствие бюрократических процессов или их чрезмерное количество.

4.4.3 Измеримые результаты

Рассмотрим несколько параметров, характеризующих общие результаты работы по повышению производительности независимые от увеличения количества оборудования.

Время сокращения цикла производства. Это ключевой показатель, определяющий адаптивность и общую производительность производства. При этом важно стремиться к его минимизации. Классический подход для его сокращения реализуется за счет организации системы вытягивания. В ОПК, учитывая его условия ценообразования и отсутствия свободы распрямления своей продукции данный подход экономически непродуктивен и ведет к замораживанию существенного количества оборотного капитала (вплоть до общей годовой выручки) и необходимости выделения существенных ресурсов для организации адекватной системы хранения незавершенного производства. В целом для ОПК рентабельность составляет несколько процентов, и заморозка капитала, чаще всего получаемого за счет кредитных средств, представляет существенную проблему. В особенности если цикл создания изделий составляют месяцы.

Но сама по себе концепция привлекательна. Поэтому весь поток создания ценности был изучен и была найдена граница, до которой рационально выстраивать систему вытягивания. Точкой разделения стала завершение приготовления шликера (см. рис. 2.1 этапы 1-4). А начиная с операции формования (см. рис. 2.1 от 5 и далее) характер организации производства менялся на радикально выталкивающий со стремлением максимально сократить размер партии вплоть до единичного значения.

Вытягивающая система для всех операций необходимых для приготовления шликера рациональна так как для производства большей части продукции используется три материала: НИАСИТ, кристаллизованная стеклокерамика и не кристаллизованная стеклокерамика. Таким образом благодаря вытягиванию и ограниченности количества материала и унифицированности

свойств шликера получается сформировать три параллельных потока и за счет балансирования загрузки оборудования и людей оперативно реагировать на изменение спроса участка формования.

Разделение потока на два этапа позволило сократить время реагирования на новый заказ или корректировку его в случае резкого всплеска коэффициента запуска по какому-либо изделию. И оптимизировать процесс приготовления шликера за счет организации цеховой лаборатории, которая работала круглосуточно; сократить площади используемые для операции приготовления шликера; повысить ритмичность работы.

В процессе перехода на вытягивающее производство было выявлено большое количество проблем и проведены существенные и многочисленные улучшения, часть которых были описаны в работе.

В целом, если рассматривать усреднённые показатели по всей номенклатуре изделий в периоды ритмичности производства, когда нет всплеска заболеваемости работников, неожиданного роста коэффициента запуска, появление заказа сверх ожидаемого и т.п., общий цикл производства к 2023 году сократился в два раза сравнению с 2012 годом. Учитывая, что ~17% занимает этап производства шликера, то время реагирования на изменения заказа на данный момент составляет ~33%. На фоне ситуации 2012 года скорость адаптации к изменениям выросла в три раза!

Выталкивание на втором этапе позволяет максимально быстро провести заготовку по производственному процессу и минимизировать время между моментом появления дефекта и его выявлением. Тем самым снижается коэффициент запуска.

На рисунке 4.8 представлен график снижения общего коэффициента запуска по одному из наиболее массового изделия. Хотя по разным изделиям процесс снижения общего коэффициента запуска демонстрирует различные уровни улучшений в зависимости от сложности технологии, ее длительности, габаритов изделия и уровня серийности. Общий прогресс позволяет снизить расходы на материалы, что в свою очередь сократило количество отходов и

потребление электроэнергии. Дополнительно за счет уменьшения действий, совершаемых с изделиями, содержащими скрытые дефекты, которые раньше выявлялись на поздних этапах потока, позволило увеличить продуктивность работников.

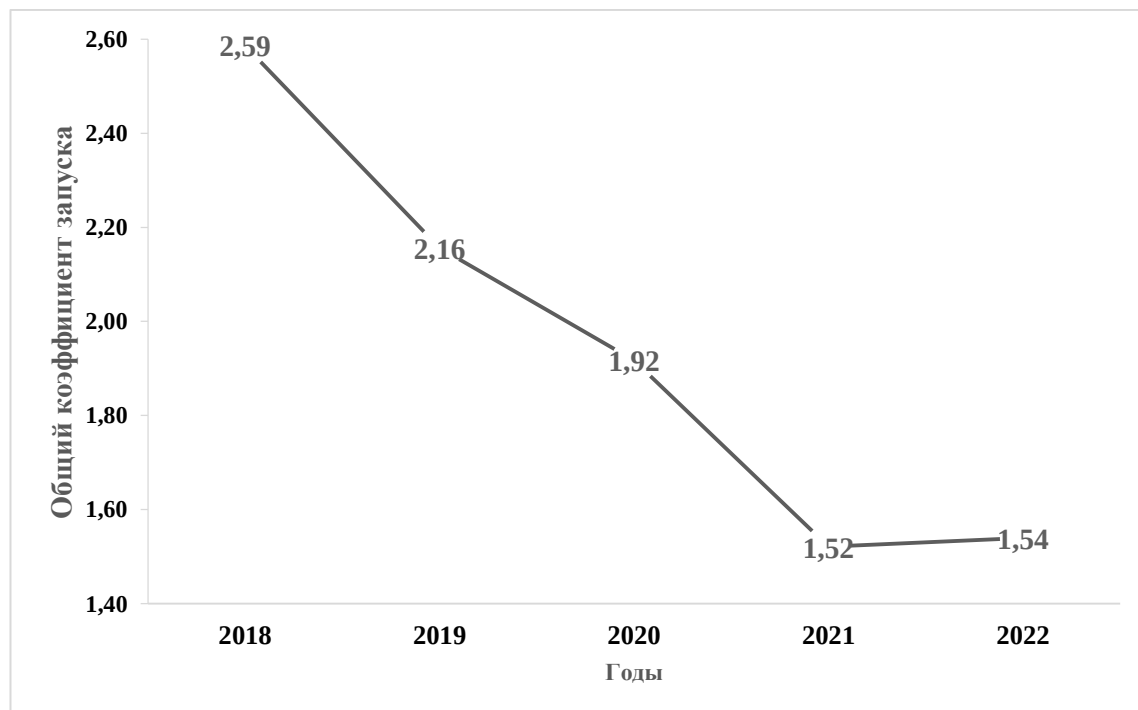


Рисунок 4.8 – Снижение общего коэффициента запуска на примере одного из изделий (составлено автором)

Рост энергоэффективности производства (см. рис. 4.9). Если учесть, что технология не изменилась (основным источником энергозатрат по-прежнему служит операция обжига, режим проходит в высокотемпературных печах, используются одни и те же печи) главный вклад в энергоэкономия вносит снижение количества дефектов и улучшений контроля, который отсекает бракованные заготовки от последующей обработки. Вторым крупным источником экономии служит оптимизация процесса кристаллизации исходного сырья. Колебания на графике обусловлены изменением среднего размера габаритов изделий и коэффициента запуска (при резких ростах заказов и перегрузках повышается риск возникновения дефектов). Чем больше заго-

товка, тем меньшее их количество можно установить в печь для проведения режима.

Важным моментом является то, что в общее энергопотребление включены в том числе и освещение, работа оборудования вспомогательных служб и лабораторий, обеспечивающих проверку и контроль. Но даже при учете непроизводственных расходов энергии, ее снижение произошло в 2 раза. Тем самым улучшаются экономические показатели, так и снижается углеродный след и количество отходов от забракованных изделий.

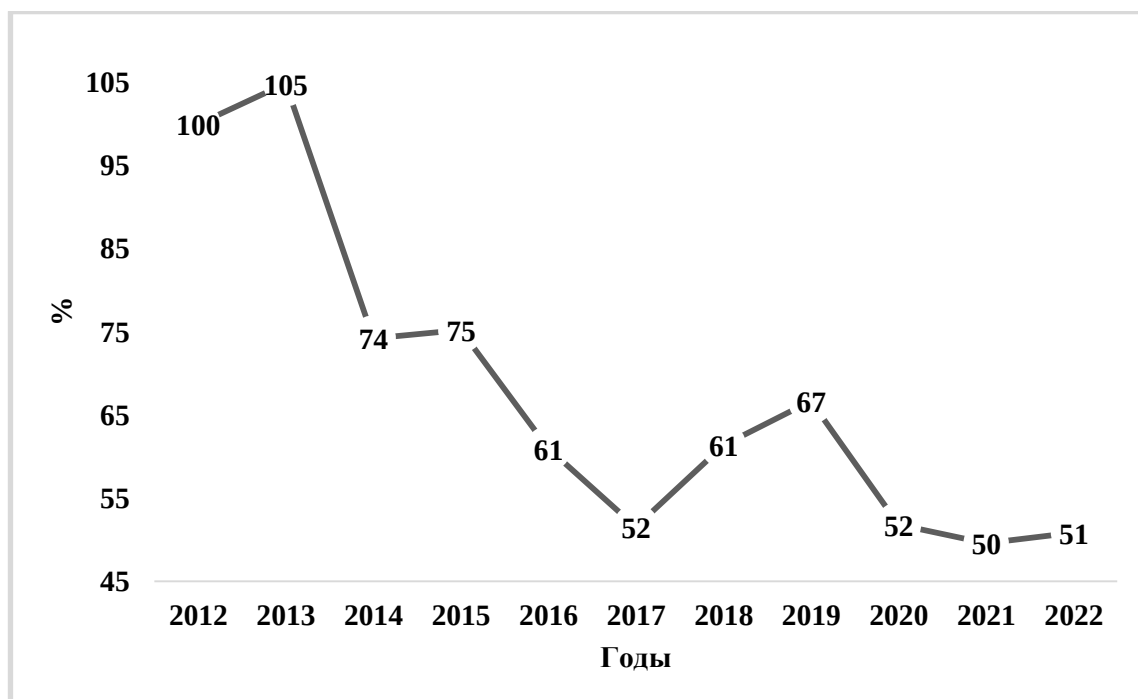


Рисунок 4.9 – Энергозатраты на производство 1 изделия в % от уровня 2012 года (составлено автором)

Рост производительности на одного работника (см. рис. 4.10). Это критически важный показатель эффективности производства в условиях, когда расходы на персонал являются основным в бюджете компании. Расчет производился по количеству отгруженных изделий на человека, числившихся в цеху. В расчет включены непосредственно рабочие, ИТР, работники вспомогательных служб и руководители всех уровней.

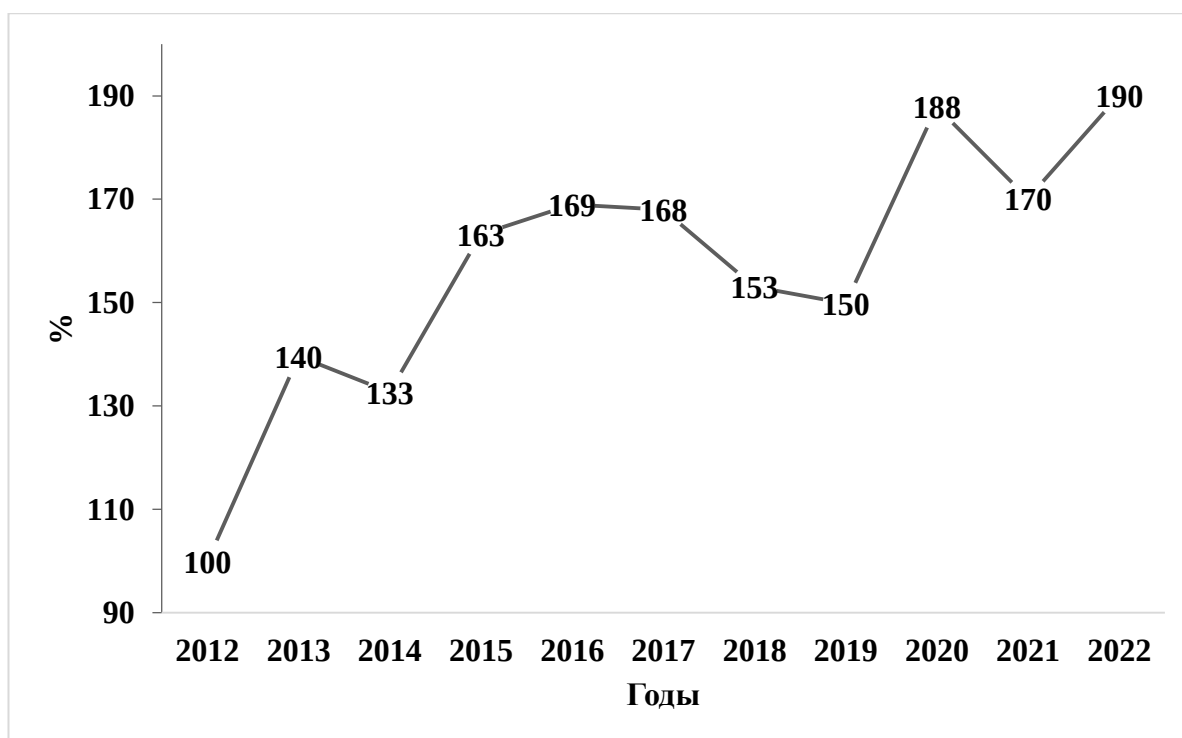


Рисунок 4.10 – Производительность на 1 работника в единицах продукции
(составлено автором)

Резкие колебания между годами, которые можно заметить на рисунке 4.10, прежде всего обусловлены:

- отсутствием синхронности между изменением объема заказа и количеством работников;
- колебанием в заказе среднего значения габаритов изделий. Более крупногабаритные изделия имеют больший коэффициент запуска и более длительный цикл производства.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

В диссертационной работе решена актуальная научная и практическая задача по развитию инструментов организации бездефектного производства на предприятиях оборонно-промышленного комплекса в условиях ресурсных ограничений. Это помогло своевременно выполнять обязательства по своевременной поставке продукции надлежащего качества по постоянно растущему государственному оборонному заказу. Позволило отказаться от строительства нового корпуса и ежегодно получать экономический эффект за счет снижения количества дефектов и вследствие отказа от покупки ранее закупаемых изделий, используемых в производстве.

По итогам реализации поставленных задач сделаны следующие выводы:

1. Анализ отечественной и зарубежной научно-технической информации и полученные результаты свидетельствуют о целесообразности использования принципов бережливого производства для повышения производительности технологии специальной керамики и любых аналогичных по трудоемкости и длительности производств. При этом, чем длиннее и многоэтапнее технологический цикл, тем больший выигрыш возможно получить.

2. Изучение истории и современных научных публикаций по использованию бережливого производства, и опыт реализации БП на АО «ОНПП «Технология» им. А.Г. Ромашина» позволило сформировать общую концепцию методологии, которая в ряде аспектов отличается от общепризнанной. Отмечается избыточная теоретизация, отсутствие конкретики и фрагментарность в научных публикациях. Выявляются фактологические ошибки и шаблонность, как восприятия, так и рекомендаций по внедрению инструментов и методов БП.

3. Выявлено, что существуют сложности при внедрении философии бережливого производства в оборонно-промышленном комплексе, обусловлен-

ные его спецификой, но при этом методология является эффективной при грамотной адаптации и организации процесса внедрения.

4. Показано негативное влияние инерции мышления и стремление к быстрым решениям на организацию производства, которое находит свое отражение в логистике и использовании пространства. Проблемы имеют тенденцию накапливаться, что затрудняет начало проведения работ по улучшению.

5. Выявлены проблемы, мешающие точно оценить экономическую эффективность предложений по улучшению при их массовой реализации и нацеленности системы на улучшение условий труда работников. В ситуации, когда параллельно реализуются несколько предложений по улучшению в рамках одной операции или действий, оценка фактического экономического эффекта носит приблизительный характер. Формирование системы, позволяющей точно оценить размер экономического эффекта от предложения по улучшению, приведет к кратному снижению скорости проведения улучшения, потребует проводить большое количество длительных и сложных процедур и замеров, что приведет к необходимости привлекать к работе дополнительных людей и росту бюрократии в процессе. Замедление реализации предложений по улучшению ухудшает мотивацию работников подавать и реализовывать предложения, и чаще всего приводит к финансовым потерям для компании из-за продолжения использования неоптимальных процессов и операций.

6. Разработана методика расчета пооперационного коэффициента запуска керамики в мелкосерийном наукоемком производстве, учитывающей возможный этап возникновения дефекта, а не выявления, что позволяет устранить проблему скрытия дефектов; снизить количество конфликтов в производстве; формирует более точный регламент производства, фокусировку ресурсов на наиболее перспективные направления устранения дефектов, позволяющие снизить их количество без необходимости вносить изменения в технологию.

7. Предложен подход, позволяющий в оборонно-промышленном комплексе в мелкосерийном производстве управлять производственным процессом как единым потоком в условиях ограниченных возможностей изменения экономической эффективности технологии производства с акцентом на снижение сроков производства продукции, что позволяет улучшить конкретный бизнес-процесс в условиях строгого регулирования со стороны заказчика.

8. Запуск системы предложений по улучшению в разных подразделениях предприятия позволил выявить закономерности развития системы, в рамках которой каждый этап имеет свою особенность, характеризующуюся активностью работников, соотношением полезных и бесполезных предложений и их характер. Опыт показывает, что невозможно добиваться постоянного роста полезных предложений по улучшению.

9. Разработан организационно-управленческий инструментальный воздействия на организацию производства с целью сокращения времени выполнения заказа и увеличения производительности в условиях ограниченности производственных площадей без остановки производства и снижения производительности в процессе преобразования, основанный на синергетическом эффекте от реализуемых улучшений и применении адаптивной модели бесшовного управления потока с переходом от вытягивающего к выталкивающему типу. Новый подход позволяет: уменьшить затраты на рост производительности, минимизировать фондоемкость, отказаться от необходимости формировать пооперационные запасы в технологии и сократить время реагирования на изменения заказа.

Рекомендуется масштабировать и универсализировать научные и практические результаты диссертационного исследования для дальнейшего использования в различных организациях ОПК. Необходимо дополнительно изучить ситуации, связанные с мотивацией и командообразованием. Разработать и отработать подходы по работе с возражениями и сопротивлению изменений. Результаты работы могут быть рекомендованы к использованию

для включения в различные курсы подготовки и переподготовки специалистов и руководителей.

Перспективы дальнейшей разработки темы исследования состоят в: создании системы по учету и оперативному оповещению о возникновении дефектов, в которой будет формироваться цифровая копия каждого изделия и вся доступная для контроля информация о технологическом цикле, включая оборудование, инструменты, материалы и задействованных работников, что позволит качественно повысить эффективность статистических методов в управлении качеством; в разработке и внедрении проактивной системы, нацеленной на недопущение возникновения дефектов за счет анализа работы оборудования и действий работников на основе технологий нейронных сетей; создании сетевых программных продуктов, позволяющих в цифровом виде формировать отчеты АЗ, картирование потока создания ценности (VSM), диаграммы Исикава и Спагетти, что упростит их составление при командной работе; совершенствовании инструментов и подходов обеспечения бездефектного мелкосерийного производства на оборонно-промышленном предприятии и алгоритмов для их внедрения, таких как защиту от непреднамеренных ошибок (рока-уоке), всеобщее обслуживание оборудования (TPM), визуализация, быстрая переналадка (SMED).

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Бабурина, И. А. Основные особенности предприятий оборонно-промышленного комплекса / И. А. Бабурина, Э. Э. Губайдуллина, Г. И. Юрковская // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2010. – Т. 2, № 6. – С. 8-9.
2. Кодекс Российской Федерации об административных правонарушениях: Федеральный закон от 30 декабря 2001 года № 195-ФЗ. (ред. от 28.05.2022). Статья 14.55.
3. Мысляева, И. Н. Государственное регулирование оборонно-промышленного комплекса России / И. Н. Мысляева // Вестник Московского университета. Серия 21: Управление (государство и общество). – 2007. – № 1. – С. 87-119.
4. Пошелюжный, С. В. Институциональная ловушка ОПК / С. В. Пошелюжный // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18. – № 10. – С. 1557-1566.
5. Оборонные предприятия не справляются с обслуживанием кредитов [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.vedomosti.ru/business/articles/2019/10/17/813972-oboronnie-predpriyatiya?ysclid=l4i5mimx3q438096717%20https%3A%2F%2Fwww.rbc.ru%2Fbusiness%2F21%2F12%2F2020%2F5fdf35b49a794723c15f7ccb%3Fysclid%3Dl4i5mjnkpu903935126%5C> (дата обращения: 09.01.2023).
6. Почему российскому ОПК потребовалось списание 700 млрд кредитов [Электронный ресурс] // Режим доступа: <https://www.rbc.ru/economics/08/07/2019/5d2320289a7947771c7d26ea?ysclid=l4i5punl2y546160935> (дата обращения: 09.01.2023).
7. Прибыль ОПК уходит на оплату кредитов // ИА Красная Весна URL: <https://rossaprimavera.ru/news/67284f07?> (дата обращения: 09.01.2023).
8. Стеклокристаллический материал: пат. 2314272 Рос. Федерация: МПК7 C03C 10/12 / Алексеева Л.А., Келина Р.П.; заявитель и патентообладатель

тель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". - № 2006123382/03; заявл. 30.06.2006; опубл. 10.01.2008, Бюл. № 1. – 5 с.

9. Суздальцев, Е. И. Анализ существующих радиопрозрачных материалов, композиций и технологий для создания обтекателей скоростных ракет. Часть 3. Технология изготовления кварцевых и стеклокристаллических обтекателей, проблемы и перспективы улучшения / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, А. А. Анашкина // Новые огнеупоры. – 2010. – № 8. – С. 43-49.

10. Харитонов, Д. В. Применение инструментов бережливого производства для оптимизации выпуска мелких серий изделий из стеклокерамики. 2. Поиск узких мест устоявшегося технологического процесса / Д. В. Харитонов, А. В. Беляков, Д. А. Анашкин // Новые огнеупоры. – 2017. – № 12. – С. 20–26.

11. Детмер, У. Теория ограничений Голдратта. Системный подход к непрерывному совершенствованию / пер. с англ. У. Саламатовой. – 2-е изд. М.: Альпина Бизнес Букс, 2008. – 444 с.

12. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Джеффри Лайкер; Пер. с англ. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 402 с.

13. Джордж, М. Л. Бережливое производство Шесть сигм: Комбинируя качество шести сигм со скоростью бережливого производства: Пер. с англ. Сундстрем Ю. / 1-3 изд. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2007. – 360 с.

14. Шинкевич, А. И. Низкоуглеродная экономика: проблемы и перспективы развития в России / А. И. Шинкевич // Актуальные проблемы экономики и права. – 2020. – Т. 14, № 4. – С. 783-799.

15. Лайкер, Джеффри К. Дао Toyota: 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Джеффри Лайкер; пер. с англ. Т. Гутман. – 7-е изд. – М. : Альпина Паблишерз, 2012. – 398 с.

16. Оно, Т.. Производственная система Тойоты: уходя от массового производства / Т. Оно; предисл. В. Болтрукевича; пер. с англ. А. Грязновой и

А. Тягловой. - 4-е изд. – М. : Ин-т комплексных стратегических исслед., 2012. – 194 с.

17. Левинсон, Уильям. Бережливое производство: синергетический подход к сокращению потерь / У. Левинсон, Р. Рерик ; пер. с англ. А. Л. Раскина; под науч. ред. В. В. Брагина. – М.: Стандарты и качество, 2007. - 270 с.

18. Лайкер, Дж. К. Корпоративная культура Toyota: уроки для других компаний / Дж. Лайкер, М. Хосеус; сокр. пер. с англ.: М. Самсонова. - 2-е изд. – М. : Альпина Паблишер, 2011. – 353 с.

19. Синго, С. Изучение производственной системы Тойоты с точки зрения организации производства: перевод с английского / С. Синго; предисл. Вячеслава Болтрукевича. – 2-е изд., перераб. – М.: Ин-т комплексных стратегических исслед., 2010. – 280 с.

20. Солунина, Т. И. Проблемы внедрения технологии бережливого производства на малых и средних предприятиях России / Т. И. Солунина, О. В. Баленко // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Экономические науки. – 2012. – № 1. – С. 180-185.

21. Имаи, Масааки. Кайдзен: ключ к успеху японских компаний / Масааки Имаи; пер. с англ. [Т. Гутман]. - 3-е изд. – М. : Приоритет, 2007. – 273 с.

22. Спир, Стивен. Догнать зайца: как лидеры рынка выигрывают в конкурентной борьбе и как великие компании могут их настичь / Стивен Спир; предисл. Вячеслава Болтрукевича; [пер. с англ. В. Лапин]. - Изд. 2-е, испр. – М.: Ин-т комплексных стратегических исслед., 2012. – 286.

23. Исикава Каору. Японские методы управления качеством [Текст]: Сокр. пер. с яп. / Исикава Каору. – М.: Экономика, 1988. – 215 с.

24. Синго, С. Быстрая переналадка: революционная технология оптимизации производства: пер. с англ. / Сигео Синго. – М.: Альпина Бизнес Букс [и др.], 2006 (Можайск (Моск.обл.): Можайский полиграфкомбинат). – 342.

25. Детмер, Уильям. Производство с невероятной скоростью: улучшение финансовых результатов предприятия / Уильям Детмер, Эли Шрагенхайм ; пер. с англ. [О. Наливайко]. – М.: Альпина Паблишерз, 2009. - 329 с.

26. Харитонов, Д. В. Применение инструментов Бережливого производства для совершенствования технологии мелких серий изделий из стеклокерамики. 3. Результаты проведенного анализа и пути уменьшения количества дефектов / Д. В. Харитонов, А. В. Беляков, Д. А. Анашкин // Новые огнеупоры. – 2018. – № 5. – С. 13–21.

27. Харитонов, Д. В. Применение инструментов бережливого производства для оптимизации выпуска мелких серий изделий из стеклокерамики. 1. Общие сведения о принципах бережливого производства / Д. В. Харитонов, А. В. Беляков, Д. А. Анашкин // Новые огнеупоры. – 2017. – № 11. – С. 27–30.

28. Харитонов, Д. В. Повышение производительности участка механической обработки керамических изделий в ОПК / Д. В. Харитонов, А. В. Беляков, Д. А. Анашкин // Современные наукоемкие технологии. – 2022. - № 1. – С. 114-120.

29. Харитонов, Д. В. Разрушая стены, или реализация проекта как метод для преодоления инерции мышления / Д. В. Харитонов, А. Н. Блинов, Д. А. Анашкин // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 5-1. – С. 113-118.

30. Харитонов, Д. В. Разрушая стены, или реализация проекта как метод для преодоления инерции мышления / Д. В. Харитонов, А. Н. Блинов, Д. А. Анашкин // Современные наукоемкие технологии. – 2022. – № 5-1. – С. 113-118.

31. ГОСТ Р 56020-2014. Бережливое производство. Основные положения и словарь = Lean Production. Fundamentals and Vocabulary. – Введ. 2015-03-01. – М.: Стандартинформ, 2015. – III, 14 с.; ил.; 29 см.

32. ГОСТ Р 56407-2015. Бережливое производство. Основные методы и инструменты = Lean production. Basic methods and tools. – Введ. 2015-06-02. – М.: Стандартиформ, 2015. - IV, 11 с.; ил.; 29 см.

33. Измалкова, С.А. Организационно-экономические аспекты формирования и развития современных систем бизнеса: учебное пособие для высшего профессионального образования / С. А. Измалкова [и др.] ; М-во образования и науки Российской Федерации, Федеральное гос. бюджетное образовательное учреждение высш. проф. образования "Гос. ун-т - Учеб.-науч.-производственный комплекс". – Орел: ФГБОУ ВПО "Госуниверситет – УНПК", 2012. – 247 с.

34. Об утверждении методики оценки экономической эффективности внедрения технологий бережливого производства [Электронный ресурс] // Распоряжение ОАО РЖД от 29.12.2012 N 2768р: Режим доступа: <http://docs.cntd.ru/document/420349332> (дата обращения: 19.03.2020).

35. ГОСТ Р 57524-2017. Бережливое производство. Поток создания ценности = Lean production. Value stream. – Введ. 2018-01-01. – М.: Стандартиформ, 2017. – IV, 13 с.: ил.; 29 см.

36. Леонтьев, А.А. Язык и речевая деятельность в общей и педагогической психологии: Избр. психол. тр. / А. А. Леонтьев. – М.: Моск. психол.-соц. ун-т ; Воронеж : МОДЭК, 2001. – 444.

37. Грубов, В. А. Профессиональный язык: генезис и развитие научной категории (Professional language: genesis and evolution of a scientific category) / В. А. Грубов // Вестник Ставропольского государственного университета. – 2009. – № 6. – С. 29-34.

38. Кудряшов, А. В. Бережливое производство: проблемы и опыт внедрения / А. В. Кудряшов // Методы менеджмента качества. – 2013. – № 4. – С. 4-9.

39. ГОСТ Р ИСО 6385-2007. Эргономика. Применение эргономических принципов при проектировании производственных систем =

Ergonomics. Ergonomic principles in the design of work systems [Текст]. – Введ. 2008-06-01 – М. : Стандартиформ, 2008. - IV, 11 с.

40. Голдратт, Элияху М. Правила Голдратта / Элияху Голдратт, Эфрат Голдратт-Ашлаг; пер. с англ. Дины Баймухаметовой. – М.: Манн, Иванов и Фербер, 2011. - 239 с.

41. Krafcik, J. Triumph of the Lean Production System [Электронный ресурс] // MIT Sloan Management. – 1988. – №1. URL: <https://www.lean.org/downloads/MITSloan.pdf> (дата обращения: 06.04.2020).

42. Вумек, Д. П. Бережливое производство: Как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании / Д. П. Вумек – «Альпина Диджитал», 2003. - 470 с.

43. Лебедева, И. П. Япония: промышленность и предпринимательство (вторая половина XX – начало XXI в.) / И. П. Лебедева; Ин-т востоковедения РАН. – М.: Вост. лит., 2007. – 223 с.

44. Заславская, М. Д. История экономики: Учеб. пособие / Моск. гос. индустр. ун-т и др. - 2-е изд., стер. –М., 2005 (РИЦ МГИУ). – 200 с.

45. Адлер, Ю. П. Учение Деминга и его судьба / Ю. П. Адлер, В. Л. Шпер // Стандарты и качество. – 2015. – № 6. – С. 98-102.

46. Давыдова, Н.С. Бережливое производство: монография / Н. С. Давыдова; М-во образования и науки РФ, ФГБОУ ВПО "Удмуртский гос. ун-т", Ин-т экономики и упр. – Ижевск: ИЭиУ ФГБОУ ВПО УдГУ, 2012. – 135 с.

47. Карасев, Д. А. Сравнительная характеристика подходов к концепции бережливого производства / Д. А. Карасев, Т. А. Щерба // Вестник молодежной науки. – 2016. – № 1(3). – С. 13.

48. Фейгенсон, Н. Б. Бережливое производство и системы менеджмента качества: серия докладов (зеленых книг) в рамках проекта «Промышленный и технологический форсайт Российской Федерации» / Фейгенсон Н. Б., Мацкевич И. С., Липецкая М. С.; Фонд «Центр стратегических разработок «Северо-Запад» – СПб., 2012. – Вып. 1. – 71 с.

49. Эванс, В. Деривативное электронное издание на основе печатного аналога: Ключевые стратегические инструменты. 88 инструментов, которые должен знать каждый менеджер / В. Эванс; пер. с англ. В. Н. Егорова. – М.: БИНОМ. Лаборатория знаний, 2015. – 456 с
50. Россохин, В. В. Анализ подходов к фундаментальной оценке стоимости акций / В. В. Россохин // Экономический анализ: теория и практика. – 2008. – № 6(111). – С. 56-62.
51. Момот А.И. Менеджмент качества: Учебное пособие для вузов. - Донецк: ДонГТУ, 2003. - 125 с.
52. Соколова, О. Ф. Гуру качества: методические указания для практических (семинарских) занятий по дисциплине «Управление качеством» для студентов направления 080200.62 «Менеджмент» всех форм обучения / О. Ф. Соколова. – Ульяновск: УлГТУ, 2013. – 51 с.
53. Кирсанов, Н. Ю. Возникновение и развитие концепции бережливого производства / Н. Ю. Кирсанов // Вестник Алтайской академии экономики и права. – 2018. – № 6. – С. 91-96.
54. Логунов, С. Три главные ошибки при внедрении бережливых технологий в России / С. Логунов // Управление качеством. – 2019. – № 6. – С. 26-29.
55. Пучкарев, Д. Что лучше: дивиденды или buyback [Электронный ресурс] // БКС Экспресс. URL: <https://bcs-express.ru/novosti-i-analitika/chto-luchshe-dividendy-ili-buyback?noredir=true> (дата обращения: 08.04.2020).
56. Тихомиров, Д. В. Обесценение активов: проблемы оценки и отражения в финансовой отчетности / Д. В. Тихомиров // Известия Санкт-Петербургского университета экономики и финансов. – 2010. – № 3(63). – С. 7-16.
57. Горелова, Е. Топ-менеджеры все реже засиживаются в одной компании [Электронный ресурс] // Ведомости. URL: <https://hbr-russia.ru/other/other/p18116> (дата обращения: 08.04.2020).

58. Сахаров, А. Ю. Развитие инструментария стратегического управления капитализацией публичных промышленных корпораций : дис. ... кан. эконом. наук: 08.00.05 / Сахаров Алексей Юрьевич. – Ростов-на-Дону, 2016. – 22 с.
59. Белокрылов, К. А. Промышленная и закупочная политика государства: проблемы взаимосвязи / К. А. Белокрылов // Journal of Economic Regulation. – 2016. – Т. 7, № 4. – С. 138-146.
60. Дубинина, М. Г. Влияние информационных технологий на динамику занятости в России и за рубежом / М. Г. Дубинина // Наука. Инновации. Образование. – 2017. – Т. 12, № 2. – С. 109-133.
61. Четверикова, А. С. Экологические аспекты деятельности иностранных ТНК в Европе и США на примере металлургии / А. С. Четверикова // Вестник Института экономики Российской академии наук. – 2017. – № 3. – С. 108-125.
62. Карго-культ имени Бережливого производства. Хотели, как лучше... // <https://kachestvo.pro/> URL: <https://kachestvo.pro/kachestvo-upravleniya/berezhlivoe-proizvodstvo/kargo-kult-imeni-berezhlivogo-proizvodstva-khoteli-kak-luchshe/> (дата обращения: 05.04.2020).
63. Дзедик, В. А. Исследование влияния карго-культу на эффективность систем менеджмента качества / В. А. Дзедик, С. И. Васильева // Бизнес. Образование. Право. – 2016. – № 4(37). – С. 123-127.
64. Сонин, Ф. С. Блокировка Суэцкого канала: авария контейнеровоза "Эвер Гивен" / Ф. С. Сонин // Океанский менеджмент. – 2021. – № 4(13). – С. 56-60.
65. Рогулин, Р. С. Роль информационно-коммуникационных технологий в эффективности цепей поставок в условиях COVID-19 / Р. С. Рогулин // Управление. – 2021. – Т. 9, № 3. – С. 112-124.
66. Царенко, А. С. "Бережливое государство": перспективы применения бережливых технологий в государственном управлении в России и за ру-

бежом / А. С. Царенко // Государственное управление. Электронный вестник. – 2014. – № 45. – С. 74-109.

67. Попов, И. В. Путь возрождения экономики Японии / И. В. Попов, Ю. М. Мелихова, С. Г. Комарова // Научный альманах. – 2016. – № 8-1(22). – С. 74-78.

68. Мозебах, В. А. Историко-экономический анализ японского "экономического чуда" (1955-1973) и его итогов / В. А. Мозебах, Р. О. Райнхардт // Человеческий капитал. – 2018. – № 12(120). – С. 37-46.

69. Имашева, З. З. Создание и развитие программы обучения на производстве – Training Within Industry (TWI) / З. З. Имашева, Р. Ш. Буранов // Актуальные вопросы управления в социальных и экономических системах. – Уфа: Институт социально-экономических исследований УНЦ РАН ГОУ ВПО "Уфимский государственный авиационный технический университет", 2017. – С. 5-8.

70. Соколова, О. Ф. Гуру качества: методические указания для практических (семинарских) занятий по дисциплине «Управление качеством» для студентов направления 80200.62 «Менеджмент» всех форм обучения / О. Ф. Соколова. – Ульяновск: УлГТУ, 2013 – 51 с.

71. ГОСТ Р ИСО 9004-2019. Менеджмент для достижения устойчивого успеха организации. Подход на основе менеджмента качества. // DOCS.CNTD.RU: электронный фонд нормативно-правовой документации. 2020. URL: <http://docs.cntd.ru/document/1200167117> (дата обращения 20.11.2020).

72. Нив Генри Р. Пространство доктора Деминга: принципы построения устойчивого бизнеса. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2005. – 370 с.

73. Выход из кризиса: новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Эдвардс Деминг; пер. с англ. [Ю. Адлер, В. Шпер]. – 6-е изд. – Москва: Альпина Пабlishер, 2014. – 416 с.

74. СТО ОПЖТ 31-2013. Концепция внедрения бережливого производства на предприятиях железнодорожного машиностроения [Электронный

ресурс] // Некоммерческое партнерство «Объединение производителей железнодорожной техники» (НП «ОПЖТ») URL: <http://opzt.ru/sites/default/files/document/2015/01/572/1796.pdf> (дата обращения: 31.03.2020).

75. Андреев, И. А. Опыт внедрения бережливого производства в оборонной промышленности / И. А. Андреев // Вестник Концерна ВКО "Алмаз – Антей". – 2017. – № 3(22). – С. 27-36.

76. Казанцева, С. М. Проблемы внедрения бережливого производства на предприятиях России / С. М. Казанцева // Креативная экономика. – 2014. – № 12(96). – С. 90-98.

77. Анпилогов, А. На заводе Boeing забывали в фюзеляжах мусор, гаечные ключи и лестницы [Электронный ресурс] // Федеральное агентство новостей (Riafan.ru) URL: <https://riafan.ru/1173136-na-zavode-boeing-zabyvali-v-fyuzelyazhakh-musor-gaechnye-klyuchi-i-lestnicy?fbclid=IwAR03p7SQ768ATOJB9KICxG0Stam22w6Jlk9PJPDaUtp18RpE85A8vBZeOSs> (дата обращения: 31.03.2020).

78. Хазбиев, А. Airbus пообещала избавиться от всепроникающей коррупции [Электронный ресурс] // АНО «Творческий коллектив Эксперт» Режим доступа: <https://expert.ru/2020/02/4/airbus-poobeschala-izbavitsya-ot-vsepronikayuschej-korrupsii/> (дата обращения: 31.03.2020).

79. Российская Федерация. Законы. Об утверждении Рекомендаций по применению принципов бережливого производства в различных отраслях промышленности [Текст]: Приказ: Документ опубликован не был.

80. Российская Федерация. Законы. Рекомендации по разработке и реализации региональных программ повышения производительности труда и поддержки занятости в рамках приоритетной программы «Повышение производительности труда и поддержка занятости» [Текст]: Рекомендации: Документ опубликован не был.

81. Лавринов, Г. А. Формирование цен на вооружение и военную технику: проблемы и пути их решения / Г. А. Лавринов, А. Г. Подольский, Д. Н. Баханович // Вооружение и экономика. – 2010. – №4. – С. 12-17.
82. Демографическое развитие России: тенденции, прогнозы, меры. Национальный демографический доклад – 2020 / С. В. Рязанцев, В. Н. Архангельский, О. Д. Воробьева [и др.]; Отв. ред. С. В. Рязанцев. – М.: ООО «Объединенная редакция», 2020. – 156 с.
83. Борзунова, А. К. Соотношение психологической защиты и социально-психологического климата группы / А. К. Борзунова // Вестник Санкт-Петербургского университета. Серия 12. Психология. Социология. Педагогика. – 2008. – № 4. – С. 174-179.
84. Четверикова, Н. А. Сопротивление персонала изменениям как реакция на состояние риска и неопределенности / Н. А. Четверикова // Вестник университета. – 2018. – № 9. – С. 159-163.
85. Улизко, Д. О. Анализ гигиенических и мотивационных факторов как одного из инструментов мотивации при оргпроектировании персонала в компании сферы услуг / Д. О. Улизко // Теория и практика общественного развития. – 2013. – № 5. – С. 266-268.
86. Капогузов, Е. А. Импортозависимость российской гражданской авиационной промышленности / Е. А. Капогузов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2022. – № 58. – С. 58-76.
87. Борисов, С. А. Клиентоориентированная система управления компанией в нефтехимической отрасли / С. А. Борисов, Е. А. Хачатуров-Тавризян // Успехи в химии и химической технологии. – 2020. – Т. 34, № 10(233). – С. 13-15.
88. Андреев, И. А. Опыт внедрения бережливого производства в оборонной промышленности / И. А. Андреев // Вестник Концерна ВКО "Алмаз – Антей". – 2017. – № 3(22). – С. 27-36.

89. Туромша, Е. П. Производственные технологии: учебно-методический комплекс / Е. П. Туромша; ГИУСТ БГУ. – Электрон. текстовые дан. – Минск: БГУ, 2014. – 342 с.

90. Об особенностях оценки соответствия оборонной продукции (работ, услуг), поставляемой по государственному оборонному заказу, процессов проектирования (включая изыскания), производства, строительства, монтажа, наладки, эксплуатации, хранения, перевозки, реализации, утилизации и захоронения указанной продукции Постановление Правительства РФ от 11 октября 2012 г. № 1036 г. – Текст : электронный // Консультант Плюс : справочно-правовая система. – URL: http://www.consultant.ru/document/cons_doc_LAW_136713/ (дата обращения: 10.09.2019).

91. Степанов, А. С. Развитие советской авиации в предвоенный период, (1938 год - первая половина 1941 года) / А. С. Степанов. – М.: Ун-т Дмитрия Пожарского, 2009. – 542 с.

92. Харитонов, Д.В. Анализ существующих радиопрозрачных материалов, композиций и технологий для создания обтекателей скоростных ракет. Часть 1. Анализ уровня свойств и предельных возможностей радиопрозрачных неорганических материалов / Д. В. Харитонов, А. А. Анашкина, Е. И. Суздальцев // Новые огнеупоры. – 2010. – № 6. – С. 45–49.

93. Харитонов, Д. В. Анализ существующих радиопрозрачных материалов, композиций и технологий для создания обтекателей скоростных ракет. Часть 2. Сравнительный анализ основных свойств материалов, используемых для создания головных обтекателей ракет / Д. В. Харитонов, А. А. Анашкина, Е. И. Суздальцев // Новые огнеупоры. – 2010. – № 7. – С. 38–44.

94. Харитонов, Д. В. Анализ существующих радиопрозрачных материалов, композиций и технологий для создания обтекателей скоростных ракет. Часть 4. Керамическая технология производства стеклокристаллических обтекателей. Преимущества и недостатки. Перспективы модернизации / Д. В.

Харитонов, А. А. Анашкина, Е. И. Суздальцев // Новые огнеупоры. – 2010. – № 9. – С. 34–44.

95. Беляков, А. В. Эволюция структуры в пределах технологии керамики / А. В. Беляков, В. С. Бакунов // Новые огнеупоры. – 2006. – № 1. – С. 56-61.

96. Беляков, А.В. Эволюция структуры в пределах технологии керамики / А. В. Беляков, В. С. Бакунов // Новые огнеупоры. – 2006. – № 2. – С. 55-62.

97. Беляков, А. В. Синергетический и квазихимический подходы в технологии керамики / А. В. Беляков // Стекло и керамика. – 2003. – № 9. – С. 21-27.

98. Российская Федерация. Законы. Трудовой кодекс Российской Федерации: фед. закон : [Принят Гос. Думой 21 декабря 2001 г. : одоб. Советом Федерации 26 декабря 2001 г.]. // Российская газета. – 2001 г. – № 256, 31.12.2001.

99. Саковская, О. Н. Мотивация профессиональной деятельности: текст лекций / О. Н. Саковская; М-во образования и науки Российской Федерации, Ярославский гос. ун-т им. П. Г. Демидова. – Ярославль: ЯрГУ, 2014. – 87 с.

100. Хуснутдинова, Н. Т. Внедрение "бережливого" производства на предприятии. 7 видов потерь / Н. Т. Хуснутдинова // European Research. – 2016. – № 1(12). – С. 73-74.

101. Иванова, О. Э. Отчет АЗ "Тойота" как инструмент решения проблем в организации / О. Э. Иванова // Актуальные проблемы экономики и менеджмента. – 2022. – № 3(35). – С. 36-44.

102. Харитонов Д.В., Амосов А.И., Блинов А.Н., Грошев А.В., Анашкин Д.А. Сокращение потерь при входном контроле // Стандарты и качество. – 2019. - № 11. – С. 36-41.

103. ГОСТ Р 57523-2017. Национальный стандарт Российской Федерации. Бережливое производство. Руководство по системе подготовки персонала". – М.: Стандартинформ, 2017. – 28 с.

104. Р ИСО 10018-2021. Национальный стандарт Российской Федерации. Системы менеджмента качества. Руководящие указания по вовлечению персонала". утв. и введен в действие Приказом Росстандарта от 09.12.2021 N 1750-ст.

105. Овсянникова, А. О. Кайдзен: преимущества технологии и проблемы внедрения на российских предприятиях / А. О. Овсянникова, Н. В. Широченко // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2011. – Т. 2, № 7. – С. 237-239.

106. Белоножко, Р. В. Проблемы внедрения модели управления Кайдзен на российских предприятиях / Р. В. Белоножко, А. Ю. Ковалев, О. В. Пацук // Производственный менеджмент: теория, методология, практика. – 2016. – № 6. – С. 91-95.

107. Хайруллина, М. В. Персонал в системе непрерывных улучшений производственных систем (инструмент кайдзен) / М. В. Хайруллина, О. А. Кислицына // Вопросы инновационной экономики. – 2019. – Т. 9, № 2. – С. 607-618.

108. Немцов, Д. В. Роль внедрения Кайдзен в формировании корпоративной культуры / Д. В. Немцов // Инновации и инвестиции. – 2020. – № 5. – С. 134-136.

109. Стуков, С. П. Система "Кайдзен": основы, преимущества и возможности введения в российских компаниях / С. П. Стуков, В. Б. Елагина // Вестник магистратуры. – 2018. – № 1-3(76). – С. 77-79.

110. Сигидов, Ю. И. Эволюционный характер развития системы кайдзен: исторический и предметно-универсальный подходы / Ю. И. Сигидов, М. С. Рыбянцева, А. С. Моисеенко // Финансовая аналитика: проблемы и решения. – 2014. – № 48(234). – С. 20-30.

111. Кречетников, К. Г. Организация труда персонала в Японии / К. Г. Кречетников, Д. С. Шамрин, С. О. Левченко // Новое слово в науке и практике: гипотезы и апробация результатов исследований. – 2016. – № 22. – С. 184-189.
112. Степанюк, Л. М. Становление организационно-кадровой политики предприятий в Японии во второй половине XX в / Л. М. Степанюк // Известия Восточного института Дальневосточного государственного университета. – 1998. – № 5. – С. 37-42.
113. Лебедева, И. П. Идеология пожизненного найма и её влияние на современное японское общество / И. П. Лебедева // Ежегодник Японии. – 2018. – Т. 47. – С. 126-148.
114. Исрафилова, Г. Ю. Вовлеченность персонала в реализацию стратегического развития предприятия / Г. Ю. Исрафилова // Бюллетень науки и практики. – 2019. – Т. 5, № 7. – С. 174-182.
115. Ананьев, А. А. Анализ производительности труда на российских предприятиях / А. А. Ананьев // Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. – 2012. – № 7. – С. 85-88.
116. Громова, Н. В. Повышение производительности труда в РФ: новые резервы / Н. В. Громова // Экономика, статистика и информатика. Вестник УМО. – 2013. – № 2. – С. 134-137.
117. Корогодин, И. Т. Принципы анализа соотношения роста заработной платы и производительности труда / И. Т. Корогодин, С. Н. Гапонова // Теория и практика общественного развития. – 2015. – № 8. – С. 42-45.
118. Кузнецова, М. Н. Производительность труда как организационный фактор повышения эффективности промышленного предприятия / М. Н. Кузнецова // Вестник Воронежского государственного технического университета. – 2014. – Т. 10, № 5-1. – С. 148-150.
119. Кузьбожев, Э. Н. Практика системного анализа проблемы повышения производительности труда / Э. Н. Кузьбожев, И. Ф. Рябцева // Экономический анализ: теория и практика. – 2011. – № 1(208). – С. 17-24.

120. Лоос, Д. С. Автоматизация технологических процессов как основное направление в повышении производительности труда / Д. С. Лоос // Сборник материалов VI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы авиации и космонавтики». – Красноярск: Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования "Сибирский государственный университет науки и технологий имени академика М.Ф. Решетнева", 2020. – С. 520-522.

121. Лошаков, А. С. Актуальные направления повышения производительности труда в современной России / А. С. Лошаков // Вестник Московского финансово-юридического университета МФЮА. – 2020. – № 2. – С. 75-83.

122. Малышев, Д. С. Производительность труда на промышленных предприятиях Урала: факторы и направления роста / Д. С. Малышев // Экономика труда. – 2018. – Т. 5, № 4. – С. 1277-1284.

123. Огородникова, Т. С. Резервы использования рабочего времени и повышения производительности труда рабочих промышленного предприятия / Т. С. Огородникова // Human Progress. – 2017. – Т. 3, № 12. – С. 1.

124. Селезнева, Т. О. Разработка мероприятий, направленных на повышение производительности труда работников кондитерского цеха / Т. О. Селезнева, Д. К. Крупеня // Сборник материалов LVII Международной научно-практической конференции «Актуальные вопросы экономических наук». – Новосибирск: Общество с ограниченной ответственностью "Центр развития научного сотрудничества", 2017. – С. 99-103.

125. Хвостикова, В. А. К вопросу о повышении производительности труда на основе рационального использования ресурсов / В. А. Хвостикова // Экономинфо. – 2017. – № 3. – С. 30-34.

126. Абрамов, А. С. Проблемы инвестиционных проектов в ОПК / А. С. Абрамов // Решетневские чтения. – 2009. – Т. 2. – С. 595.

127. Туровец, О. Г. Организация перехода предприятий ОПК на выпуск высокотехнологичной продукции двойного и гражданского назначения

(диверсификация) / О. Г. Туровец, Н. Н. Хромых // Экономинфо. – 2017. – № 4. – С. 14-16.

128. Пошелюжный, С. В. Институциональная ловушка ОПК / С. В. Пошелюжный // Российское предпринимательство. – 2017. – Т. 18, № 10. – С. 1557-1566.

129. Суздальцев, Е.И. Исследования однородности крупногабаритных сложнопрофильных стеклокерамических заготовок, отформованных шликерным литьем из шликеров литийалюмосиликатного стекла / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, М. А. Суслова, Н. И. Ипатова // Огнеупоры и техническая керамика. – 2004. – № 10. – С. 18–25.

130. Суздальцев, Е. И. Исследование влияния исходных материалов на величину остаточных напряжений в изделиях / Е. И. Суздальцев, Г. Н. Середа, М. А. Суслова и др. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2004. – № 6. – С. 30–35.

131. Пивинский, Ю. Е. Кварцевая керамика и огнеупоры / Ю. Е. Пивинский, Е. И. Суздальцев; под ред. Ю. Е. Пивинского. – М.: Теплоэнергетик, 2008. – 23 с.

132. Ротер, М. Учись видеть бизнес-процессы [Текст]: практика построения карт потоков создания ценности : пер. с англ. / Майк Ротер и Джон Шук. - М. : Альпина Бизнес Букс : CBSD, 2005 (Пермь : ИПК Звезда). – 117 с.

133. Суздальцев, Е. И. Влияние площади склейки на прочность клеевого соединения при сдвиге / Е. И. Суздальцев, Е. В. Миронова // Новые огнеупоры. – 2014. – № 4. –С 44-46.

134. Суздальцев, Е. И. Влияние толщины клеевого шва и шероховатости металлической подложки на прочностные свойства клеевого соединения металл-керамика / Е. И. Суздальцев, Е. В. Миронова, П. Ю. Якушкин [и др.] // Все материалы: энциклопедический справочник. – М.: ООО «Наука и технологии». – 2013. – №8. – С. 50-58.

135. Суздальцев, Е.И. Влияние технологических факторов на качество соединения керамики и металла герметиками виксинт У-2-28(НТ) и виксинт

У-1-18(НТ) / Е. И. Суздальцев, Е. В. Миронова // Новые огнеупоры. – 2013. – № 12. – С. 40-43.

136. Харитонов, Д. В. Проблемы использования герметика «ВИК-СИНТ У-2-28НТ» для крепления изделий в системе керамика-металл / Д. В. Харитонов, А. А. Анашкина, М. С. Моторнова // Огнеупоры и техническая керамика. – 2016. – №4-5. – С. 41-46.

137. Пат. 2637692 Российская Федерация, МПК7 В 28 В 1/26. Способ соединения керамического изделия с металлическим шпангоутом [Текст] / Харитонов Д.В., Русин М.Ю., Анашкина А.А., Дьяченко С.Н.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2003134138/03; заявл. 11.08.2016; опубл. 06.12.2017, Бюл. 34. 4 с.: ил.

138. Суздальцев, Е. И. Исследование влияния режимов механической обработки ситаллокерамических изделий в системе: станок – изделие – инструмент – схема / Е. И. Суздальцев, А. Г. Эпов, А. С. Хамицаев, Д. В. Харитонов // Огнеупоры и техническая керамика. – 2003. – № 7. – С. 23–31.

139. Суздальцев, Е.И. Перспективы повышения производительности механической обработки крупногабаритных керамических изделий радиотехнического назначения / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, Г. А. Харахон и др. // Новые огнеупоры. – 2011. – № 12. – С. 17–24.

140. Пат. 2637692 Российская Федерация, МПК7 В28В 1/00, В24В 5/16. Устройство для механической обработки крупногабаритных сложно-профильных керамических изделий [Текст] / Суздальцев Е. И., Харитонов Д. В., Рогов Г. К., Цуканов В. С., Кульнев Е. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2006110813/03; заявл. 07.05.2019; опубл. 21.08.2019 Бюл. № 24. 7с.: ил.

141. Суздальцев, Е. И. Литийалюмосиликатная система. Формирование кристаллических соединений и их свойства. Часть III / Е. И. Суздальцев // Новые огнеупоры. – 2014. – №3. – С.15-19.

142. Суздальцев, Е. И. Исследование возможности снижения температуры предварительной кристаллизации литийалюмосиликатного стекла и его использования для изготовления изделий радиотехнического назначения / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, А. С. Ермолаев // Новые огнеупоры. – 2013. – № 6. – С. 49–53.

143. Суздальцев, Е. И. Технологическое оборудование для сушки и обжига заготовок из керамических материалов / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, А. В. Дмитриев // Огнеупоры и техническая керамика. – 2007. – № 2. – С. 40–45.

144. Пат. 2266269 Российская Федерация, МПК7 C04B 35/19, C03C 10/12, C04B 35/64. Способ термообработки заготовок из стеклокерамического материала [Текст] / Суздальцев Е.И., Харитонов Д.В., Балакина Л.И., Суслова М.А., Ипатова Н.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2004106070/03; заявл. 2004.03.01; опубл. 2005.08.10 Бюл. № 35. 5с.: ил.

145. Пат. 2363683 Российская Федерация, МПК7 C04B 33/32. Способ термообработки стеклокерамических изделий [Текст] / Суздальцев Е.И., Харитонов Д.В., Балакина Л.И., Суслова М.А., Ипатова Н.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2008109273/03; заявл. 11.03.2008; опубл. 10.08.2009 Бюл. № 22. 5с.: ил.

146. Суздальцев, Е. И. Система контроля завершения процесса формования керамических заготовок / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, А. В. Дмитриев, А. Н. Храмов // Сборник докладов IXI Международной научно-технической конференции «Кибернетика и высокие технологии XXI века». – Т. 2. – Воронеж, 2008. – С. 1044–1050.

147. Суздальцев, Е. И. Комплексная оценка совершенствования формовых комплектов при изготовлении крупногабаритных изделий из водных шликеров. Часть 1. Материалы литейных форм / Е. И. Суздальцев, Д. В. Ха-

ритонов, А. В. Дмитриев, Т. П. Каменская // Новые огнеупоры. – 2006. – № 3. – С. 47–52.

148. Суздальцев, Е. И. Комплексная оценка совершенствования формовых комплектов при изготовлении крупногабаритных изделий из водных шликеров. Часть 2. Интенсификация процесса шликерного литья заготовок в пористые формы / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, А. В. Дмитриев, Т. П. Каменская // Новые огнеупоры – 2006. – № 5. – С. 21–28.

149. Пат. 2358861 Российская Федерация, МПК7 В28В 1/26. Устройство для формования керамических изделий из водных шликеров [Текст] / Бородай Ф. Я., Платонов В. В., Волков М. А., Хамицаева А. О.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2007147287/03; заявл. 18.12.2007; опубл. 20.06.2009, Бюл. № 9. 9 с. : ил.

150. Пат. 2540710 Российская Федерация, МПК7 В28В 1/26, В28В 1/08. Устройство для формования изделий [Текст] / Рогов В. А., Никифорова Т. В., Рогова А. В.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2013155926/03; заявл. 17.12.2013; опубл. 17.12.2013, Бюл. № 4. 7 с. : ил.

151. Пат. 2382696 Российская Федерация, МПК7 В28В 1/00. Способ изготовления сердечника с легкодеформируемым покрытием [Текст] / Суздальцев Е. И., Харитонов Д. В., Залевский В. М., Шаталин В. А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2009108909/03; заявл. 27.08.2008 опубл. 27.02.2010, Бюл. № 9. 7 с. : ил.

152. Пат. 2388595 Российская Федерация, МПК7 В28В 1/26, В28В 7/34. Формовой комплект для формования крупногабаритных керамических изделий из водных шликеров [Текст] / Суздальцев Е. И., Харитонов Д. В., Залевский В. М., Анашкина А. А.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-

производственное предприятие "Технология". – № 2009108909/03; заявл. 10.03.2009; опубл. 10.05.2010, Бюл. № 13. 6 с. : ил.

153. Пат. 2378109 Российская Федерация, В28В 1/26. Формовой комплект для формования сложнопрофильных керамических заготовок [Текст] / : Суздальцев Е.И., Харитонов Д.В., Залевский В.М., Желудков Д.Д.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2008135053/03/; заявл. 27.08.2008; опубл. 10.01.2010, Бюл. № 1. 6 с. : ил.

154. Суздальцев, Е. И. Исследования по оптимизации технологии получения водных шликеров литийалюмосиликатного стекла. Часть 1. Модернизация помольного оборудования / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, А. А. Анашкина // Огнеупоры и техническая керамика. – 2012. – № 1-2. – С. 40–45.

155. Суздальцев, Е. И. Исследования по оптимизации технологии получения водных шликеров литийалюмосиликатного стекла. Часть 2. Оптимизация технологии приготовления водного шликера / Е. И. Суздальцев, Д. В. Харитонов, А. А. Анашкина // Огнеупоры и техническая керамика. – 2012. – № 3. – С. 46–50.

156. Пат. 2366637 Российская Федерация, МПК7 C04В 35/19, C04В 33/28. Способ получения высокоплотных водных шликеров на основе литийалюмосиликатного стекла / Суздальцев Е.И., Русин М.Ю., Харитонов Д.В., Зайчук Т.В., Ипатова Н.И.; заявитель и патентообладатель Федеральное государственное унитарное предприятие "Обнинское научно-производственное предприятие "Технология". – № 2008102891/03; заявл. 25.01.2008 опубл. 10.09.2009, Бюл. № 25. 5 с. : ил.

157. Juran, J.M. The Non-Pareto Principle; Mea Culpa. [Электронный ресурс] J.M.б.м.: Selected Papers, – 1975. – 3р. // Режим доступа: <https://www.projectsmart.co.uk/docs/the-non-paretoprinciple.pdf> свободный. — Загл. с экрана (21.08.2017).

158. Логунова, О. Е. Применение причинно-следственной диаграммы Исикавы в репутационном менеджменте / О. Е. Логунова // Научные исследования. – 2015. – № 1. – С. 54-56.
159. Анашкина, А. А. Оценка влияния технологической оснастки на качество отформованных керамических заготовок / А. А. Анашкина, Д. В. Харитонов, Д. А. Анашкин и др. // Огнеупоры и техническая керамика. – 2017. – № 11-12. – С. 17-24.
160. Бодрова, Е. В. О последствиях либеральных реформ 90-х гг. для ОПК / Е. В. Бодрова, В. В. Калинов // Общество: философия, история, культура. – 2016. – № 1. – С. 83-87.
161. Возрождение экономики России: Путь в XXI в.: монография / В. П. Логинов, И. Р. Курнышева, Ю. И. Соколов и др.]; Рос. акад. наук. Ин-т экономики. – Москва: Наука, 2000. – 268.
162. Королев В. Оборонно-промышленный комплекс России: вопросы регулирования / В. Королев // Проблемы теории и практики управления. – 1999. – № 4.
163. Соколов, А. В. "Оборонка": жизнь в эпоху перемен / А. В. Соколов, В. А. Бажанов // ЭКО: Экономика и организация промышленного производства: Всероссийский экономический журнал. – 2003. – № 1. – С. 179-183.
164. Депутатова, Л. Н. Мотивация персонала в контексте теории поколений / Л. Н. Депутатова, К. А. Шишкина // Вестник Пермского национального исследовательского политехнического университета. Социально-экономические науки. – 2019. – № 2. – С. 178-191.
165. Пищик, В. И. Ценностно-смысловые ориентации в структуре Н.В. Сиврикова ментальности поколений / В. И. Пищик, Н. В. Сиврикова // Ценности и смыслы. – 2015. – № 3(37). – С. 88-97.
166. Федотова, В. А. Ценности россиян в контексте возрастных различий / В. А. Федотова // Вестник Пермского университета. Философия. Психология. Социология. – 2017. – № 1(29). – С. 78-86.

167. Учись видеть бизнес-процессы: практика построения карт потоков создания ценности / Майкл Ротер и Джон Шук ; предисл. Джима Вумека и Дэна Джонса ; пер. с англ. [Г. Муравьева]. - 2-е изд. – Москва : Альпина Бизнес Букс : CBSD Thunderbird Russia, 2006. – 133 с.

168. Сколько платят гиганты // Национальные Кредитные Рейтинги (НКР) URL: https://ratings.ru/files/research/macro/Wages_Dec2021.pdf (дата обращения: 2024.02.17).

169. Джавадова, С. А. Роль интуиции в потребительском поведении / С. А. Джавадова // Контентус. – 2020. – № 4. – С. 30–37.

170. Емельянов, А. С. «Эффект Кассандры» при принятии быстрых решений: логико-семантическая интерпретация / А. С. Емельянов // Вопросы безопасности. – 2018. – № 6. – С. 25–46.

171. Михайлов, И. Ф. Человеческий мозг и сознание: биология или вычисления? / И. Ф. Михайлов // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. – 2018. – № 2. – С. 92–110.

172. Гнатюк, М. А. Экзистенциальные детерминанты и закон социальной инерции в российском обществе / М. А. Гнатюк, А. А. Хоровинников, С. И. Самыгин // Гуманитарные, социально-экономические и общественные науки. – 2018. – № 7. – С. 29–32.

173. Я так и знал!: теория ограничений для розничной торговли / Элияху Голдратт, Айлан Эшколи, Джо Браунлир ; пер. с англ. Антона Ширикова. – Москва : Манн, Иванов и Фербер, 2011. – 270 с.

174. Коргова, М. А. К вопросу об ограничениях системы управления / М. А. Коргова, А. А. Кипа // Социально-гуманитарные знания. – 2013. – № 11. – С. 206-213.

175. С Судников, В. В. Развитие производственных систем на основе теории ограничений и концепции организации бережливого производства / В. В. Судников, Н. Н. Ураев // Материалы VI Международного заочного конкурса научно-исследовательских работ «Перспективы науки – 2017». – Казань: Ракета Союз, 2017. – С. 167-173.

176. Колобов, А. В. Опыт внедрения системы бережливого производства на российских промышленных предприятиях / А. В. Колобов, В. В. Глухов, Е. М. Игумнов, Д. Н. Наумов // Вестник Вологодского государственного университета. Серия: Технические науки. – 2019. – № 3(5). – С. 58-63.
177. Наугольнова, И. А. Отечественный и зарубежный опыт применения системы бережливого производства на промышленных предприятиях / И. А. Наугольнова // Известия Российского государственного педагогического университета им. А.И. Герцена. – 2014. – № 170. – С. 95-99.
178. Яшин, Н. С. Методология "Хосин Канри" в стратегическом управлении нефтегазовой корпорацией / Н. С. Яшин, Т. А. Андреева // Вестник Саратовского государственного социально-экономического университета. – 2013. – № 5(49). – С. 116-122.
179. Могилевец, В. Д. Хосин канри: опыт применения в рамках сотрудничества КамАЗ - НЧФ-КНИТУ-КАИ / В. Д. Могилевец, И. А. Савин // Компетентность. – 2014. – № 2(113). – С. 28-33.
180. Фабрицио, Т. 5S для офиса: как организовать эффективное рабочее место / Т. Фабрицио, Д. Тэппинг. – М.: Ин-т комплексных стратегических исследований, 2008. – 214 с.
181. Группа разработчиков издательства Productivity Press. 5S для рабочих. – М.: Институт комплексных стратегических исследований, 2010. – 244 с.
182. Сломай стереотип!: производственная система Братского алюминиевого завода / С. Филиппов [и др.] ; предисл. Вячеслава Болтрукевича. – Москва: Ин-т комплексных стратегических исследований, 2010. – 199 с.
183. Гуркова, М. Д. Обоснование важности сбора и анализа количественных данных по показателям устойчивого развития предприятия / М. Д. Гуркова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2021. – № 6-2(76). – С. 50-53.

184. Сафейкина, А. А. Зарубежный опыт мотивации персонала / А. А. Сафейкина, О. Е. Стеклова // Вестник Ульяновского государственного технического университета. – 2017. – № 4(80). – С. 71-73.
185. Бессокирная, Г. П. Мотивация труда рабочих: практика и теоретико-методические проблемы изучения на российских промышленных предприятиях / Г. П. Бессокирная // Социально-трудовые исследования. – 2020. – № 3(40). – С. 132-147.
186. Трофимова, Н. Н. Особенности и перспективы внедрения интегрированной методологии LEAN SIX SIGMA на предприятии / Н. Н. Трофимова // Вестник университета. – 2021. – №4. – С.123-129.
187. Елагин, В. Б. Применение принципов бережливого производства для достижения высокого качества и конкурентоспособности продукта / В. Б. Елагин, М. Е. Малинкин, С. П. Струков // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2019. – №3. – С.77-86.
188. Якунина, Р. П. Факторы возникновения и уровни инфляции человеческого капитала с учетом специфики промышленного производства / Р. П. Якунина, А. И. Шинкевич // Вестник белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2021. – №2 – С. 191-200.
189. Стриженок, О. А. Влияние удовлетворенности рабочим местом персонала на работоспособность и результативность / О. А. Стриженок // Модели, системы, сети в экономике, технике, природе и обществе. – 2013. – №1 (5). – С.99-101.
190. Куракина, Л. Ю. Роль дисциплины труда в инновационной экономике / Л. Ю. Куракина, С. Ю. Кряжова // Инновации. – 2013. – № 9(179). – С. 71-74.
191. Заичко, Ю. Н. Организация комнат отдыха и зон релаксации для сотрудников как новый тренд для Российского бизнеса / Ю. Н. Заичко, А. С. Левченко // Сборник материалов VI Международной заочной научно-практической конференции «Содействие профессиональному становлению личности и трудоустройству молодых специалистов в современных услови-

ях». – Белгород: Белгородский государственный технологический университет им. В.Г. Шухова, 2014. – С. 243-247.

192. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 28 января 2021 года N 2 Об утверждении санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 "Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания". Доступ из справочно-правовой системы "КонсультантПлюс". (дата обращения: 01.04.2023).

193. Кудрявцева, С. С. Опережающая подготовка кадров для промышленности региона в условиях цифровой экономики / С. С. Кудрявцева // Материалы международной научно-практической конференции «Целевая подготовка кадров: направления, технологии и эффективность». – Набережные Челны: Издательство КНИТУ-КАИ, 2019. – С. 111-113.

194. Михайлова, С. Ю. Проблемы и тенденции развития технического творчества молодых рабочих республик Волго-Вятского региона в 1955-1985 гг / С. Ю. Михайлова // Вестник Чувашского университета. – 2005. – № 3. – С. 49-58.

195. Герасимова, М. П. Механизм заимствований в японской культуре / М. П. Герасимова // Ежегодник Япония. – 2010. – Т. 39. – С. 192-208.

196. Богомазова, Н. Л. Религиозно-философские аспекты доктрины дзен-буддизма в культуре Востока и Запада / Н. Л. Богомазова // Известия Тульского государственного университета. Гуманитарные науки. – 2015. – № 2. – С. 3-13.

197. Сделано в Японии: История фирмы "Сони" / Акио Морита; При участии Э. М. Рейнголда, Мицуко Симомуры; Пер. с англ. О. Г. Радыновой, С. В. Щеглова; Общ. ред. и вступ. ст. [с. 5-38] А. Ю. Юданова. – Москва: Прогресс: Универс, 1993. – 408 с.

198. Бородавкин, В. А. К вопросу выполнения государственного плана подготовки кадров для предприятий оборонно-промышленного комплекса / В. А. Бородавкин, Е. Н. Никулин // Инновации. – 2015. – № 1(195). – С. 38-40.

199. Пономарева, О. С. Бережливое производство как основа эффективного внедрения цифровизации в управлении производством / О. С. Пономарева // Материалы VI Всероссийской (национальной) научно-практической конференции «Современный менеджмент: теория и практика». – Магнитогорск: Магнитогорский государственный технический университет им. Г.И. Носова, 2021. – С. 93-97.

200. Ананкина, Ю. А. Применение принципов бережливого производства для рационализации производства на предприятии транспортного машиностроения / Ю. А. Ананкина // Материалы Международной молодежной научной конференции «Поколение будущего: Взгляд молодых ученых – 2013». – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2013. – С. 25-29.

201. Дзеник, А. Д. Важность соблюдения принципов бережливого производства в производстве / А. Д. Дзеник // Сборник научных статей 9-ой Международной научно-практической конференции «Перспективное развитие науки, техники и технологий». – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2019. – С. 67-70.

202. Назаревич, С. А. Проблемы и ошибки при организации производства, решаемые методологией бережливого производства / С. А. Назаревич, А. В. Винниченко // Системный анализ и логистика. – 2021. – № 4(30). – С. 49-56.

203. Аглиева, В. Ф. Внедрение инструментов "Бережливого производства" для улучшения качества производства продукции / В. Ф. Аглиева // Сборник научных трудов 5-ой Международной научно-практической конференции «Техника и технологии: пути инновационного развития». – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2015. – С. 15-18.

204. Юнг, Е. К. Как выявить временные ловушки при организации производства по методу "бережливое производство + шесть сигм" / Е. К. Юнг, А. Н. Воронцова // Известия Волгоградского государственного технического университета. – 2022. – № 1(260). – С. 42-44.

205. Беляева, Е. А. Бережливое производство как фактор повышения конкурентоспособности производства / Е. А. Беляева, А. А. Хальметов // Материалы XIII Международной научно-практической конференции «Безопасность и качество товаров». – Саратов: ООО "Центр социальных агроинноваций СГАУ", 2019. – С. 28-31.
206. Клековкин, Л. И. Влияние уровня самоорганизации работы фирмы на эффективность работы бережливого производства / Л. И. Клековкин // Економічний вісник Донбасу. – 2017. – № 3(49). – С. 153-158.
207. Карташов, К. В. Бережливое производство как фактор диверсификации промышленности Республики Татарстан / К. В. Карташов, С. С. Кудрявцева // Сборник материалов научно-практической конференции студентов, магистрантов, аспирантов, преподавателей и научных работников «Российская экономика в условиях современного кризиса: проблемы и пути выхода». – Казань: Общество с ограниченной ответственностью "Редакционно-издательский центр "Школа", 2016. – С. 23-24.
208. Иванова, Л. П. Повышение эффективности функционирования логистических систем на основе внедрения аналитических решений / Л. П. Иванова, С. С. Кудрявцева // Сборник научных статей 7-й Международной научно-практической конференции «Институты и механизмы инновационного развития: мировой опыт и российская практика». – Курск: Закрытое акционерное общество "Университетская книга", 2017. – С. 17-21.
209. Кудрявцева, С. С. Подготовка кадров для регионального промышленного комплекса в условиях цифровой экономики / С. С. Кудрявцева // Казанский педагогический журнал. – 2019. – № 5 (136). – С. 25-30.
210. Кудрявцева, С. С. Ресурсосбережение как фактор достижения устойчивого развития экономических систем / С. С. Кудрявцева, А. И. Шинкевич // Сборник научных статей 9-й Международной молодежной научной конференции «Будущее науки – 2021». – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2021. – С. 184-187.

211. Сопин, В. Ф. Оценка деятельности организации на основе удовлетворенности потребителей / В. Ф. Сопин, Е. В. Приймак, Р. Н. Исмаилова // Компетентность. – 2008. – № 6 (57). – С. 40-45.

212. Дранкова, Н. А. Реализация принципа вовлеченности персонала на хлебобулочных предприятиях с помощью методов мотивации / Н. А. Дранкова, В. Ф. Сопин // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Экономика и менеджмент. – 2013. – Т. 7, № 3. – С. 85-92.

213. Сопин, В. Ф. Подготовка специалистов по качеству в Республике Татарстан / В. Ф. Сопин, Е. В. Приймак // Стандарты и качество. – 2019. – № 5. – С. 78-82.

214. Денисова, Я. В. Применение методов менеджмента качества при формировании стратегии устойчивого развития ФКП "КГКПЗ" / Я. В. Денисова, В. Ф. Сопин, В. С. Александрова // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2020. – Т. 82, № 2(84). – С. 203-212.

215. Денисова, Я. В. Управление несоответствиями на предприятии с помощью статистических методов / Я. В. Денисова, Д. Ю. Козлова, В. Ф. Сопин // Вестник технологического университета. – 2021. – Т. 24, № 2. – С. 93-97.

216. Денисова, Я. В. Оптимизация производственного процесса путем внедрения методов бережливого производства / Я. В. Денисова, А. С. Петрова, В. Ф. Сопин // Вестник Воронежского государственного университета инженерных технологий. – 2022. – Т. 84, № 2(92). – С. 315-323.

217. Малышева, Т. В. Логистические аспекты организации экологических производственных систем / Т. В. Малышева // Сборник избранных статей по материалам научных конференций ГНИИ "Нацразвитие" : Материалы научных конференций, Санкт-Петербург, 24–28 февраля 2019 года / Выпускающий редактор Ю.Ф. Эльзессер. Ответственный за выпуск Л.А. Павлов. Том Часть 1. – Санкт-Петербург: Нацразвитие, 2019. – С. 202-204.

218. Шинкевич, А. Пути повышения эффективности организации производственных процессов на нефтехимических предприятиях за счёт применения систем автоматизации / А. Шинкевич, Н. Барсегян // Русский инженер. – 2019. – № 4(65). – С. 48-51.

219. Лопухова, О. С. Критерии оценки эффективности управления материальными потоками в машиностроительном производстве / О. С. Лопухова, А. И. Шинкевич // Материалы 10-й Международной молодежной научной конференции «Молодежь и XXI век – 2020». – Курск: Юго-Западный государственный университет, 2020. – С. 161-163.

220. Барсегян, Н. В. Реструктуризация систем управления на основе методологии IDEF0 / Н. В. Барсегян, А. И. Шинкевич // Материалы II международной научно-практической конференции «Тенденции развития логистики и управления цепями поставок в условиях цифровой экономики». – Казань: Издательство Академии наук Республики Татарстан, 2021. – С. 15-20.

221. Шинкевич, А. И. К вопросу об инноватизации предприятий оборонно-промышленного комплекса России / А. И. Шинкевич, Д. В. Харитонов // Вестник Белгородского университета кооперации, экономики и права. – 2022. – № 5(96). – С. 31-40.

222. Зарипова, Р. Р. Тренды развития логистики и их влияние на повышение конкурентоспособности нефтехимической продукции / Р. Р. Зарипова, А. И. Шинкевич // Сборник статей III Международной научно-практической конференции «Тенденции развития логистики и управления цепями поставок». – Курск: ЗАО «Университетская книга», 2022. – С. 54-58.

223. Бабушкин, В. М. Адаптивное планирование организации производства промышленного предприятия / В. М. Бабушкин, И. Ш. Шарафеев, Р. З. Валиуллин, Г. Ф. Мингалева // Computational Nanotechnology. – 2019. – Т. 6, № 3. – С. 47-53.

224. Валиуллин, Р. З. Повышение эффективности производственной деятельности предприятия в условиях ресурсных ограничений / Р. З. Валиуллин, А. З. Загидуллина, В. М. Бабушкин [и др.] // Вестник Казанского госу-

дарственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73, № 3. – С. 66-69.

225. Мингалеев, Г. Ф. Выравнивание процессов в организации производства авиационной техники / Г. Ф. Мингалеев, В. М. Бабушкин, В. В. Судников [и др.] // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73, № 3. – С. 70-75.

226. Валиуллин, Р. З. Повышение эффективности деятельности предприятия на основе максимизации рентабельности / Р. З. Валиуллин, А. З. Загидуллина, В. М. Бабушкин, Г. Ф. Мингалеев // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73, № 4. – С. 90-95.

227. Трутнева, А. А. Эффективность использования трудовых ресурсов на промышленном предприятии / А. А. Трутнева, В. В. Трутнев, Г. Ф. Мингалеев, В. М. Бабушкин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2017. – Т. 73, № 4. – С. 96-101.

228. Гарифуллин, Р. Ф. Алгоритм планирования инновационной деятельности с применением инструментов бережливого производства / Р. Ф. Гарифуллин, В. М. Бабушкин // Сборник докладов Всероссийской научно-практической конференции с международным участием «Новые технологии, материалы и оборудование российской авиакосмической отрасли - акто-2016». – Казань: Академия наук РТ, 2016. – С. 832-836.

229. Мингалеев, Г. Ф. Повышение производительности труда на предприятиях машиностроительного и нефтехимического комплексов Республики Татарстан / Г. Ф. Мингалеев, В. М. Бабушкин // Управление устойчивым развитием. – 2016. – № 1(02). – С. 6-12.

230. Бабушкин, В. М. Оценка резервов повышения эффективности организации производственных процессов предприятия авиамоторостроения / В. М. Бабушкин, Г. Ф. Мингалеев // Материалы Международной молодежной научной конференции «XXII Туполевские чтения (школа молодых ученых)». – Казань: ООО "Издательство Фолиант", 2015. – С. 311-316.

231. Бабушкин, В. М. Повышение производительности труда на основе инструментария бережливого производства / В. М. Бабушкин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2015. – Т. 71, № 1. – С. 153-157.

232. Бабушкин, В. М. Этапы реализации пилотного проекта по повышению производительности производственной системы / В. М. Бабушкин, Г. Ф. Мингалеев, К. Ф. Тагиев [и др.] // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2015. – Т. 71, № 2. – С. 137-140.

233. Гарифуллин, Р. Ф. Применение методики выездного экспресс-аудита для оценки состояния производственных процессов предприятия / Р. Ф. Гарифуллин, В. М. Бабушкин, О. Е. Зиялева // Вестник Казанского государственного технического университета им. А. Н. Туполева. – 2015. – Т. 71, № 3. – С. 101-106.

234. Бабушкин, В. М. Производственный аудит эффективности внедрения мероприятий по бережливому производству / В. М. Бабушкин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – № 2. – С. 311-315.

235. Мингалеев, Г. Ф. Методические аспекты оценки эффективности функционирования производственных систем / Г. Ф. Мингалеев, В. М. Бабушкин // Вестник Казанского государственного технического университета им. А.Н. Туполева. – 2012. – № 2. – С. 316-319.

236. Остроухова, Н. Г. Сравнительный анализ процедуры принятия управленческих решений в рамках американской и японской моделей управления. Российский подход к принятию управленческих решений / Н. Г. Остроухова // Вестник Новосибирского государственного университета. Серия: Социально-экономические науки. – 2010. – Т. 10, № 3. – С. 96-103.

237. Сапунова, Т. А. Внедрение концепции "Точно в срок" на российских предприятиях / Т. А. Сапунова, Д. В. Скубенко // Инновационная наука. – 2016. – № 11-1. – С. 157-158.

238. Бутов, А. А. Модель многомерной продуктивной системы "точно-в-срок" / А. А. Бутов, И. А. Шевалдов // Ученые записки УлГУ. Серия: Математика и информационные технологии. – 2020. – № 1. – С. 25-31.

239. Чижов, А. В. Проблемы подготовки квалифицированных кадров для организаций оборонно-промышленного комплекса / А. В. Чижов, В. Г. Пальмов // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2019. – № 2. – С. 84-87.

240. Соловьев, А. М. Соотношение роста заработной платы и производительности труда в оборонно-промышленном комплексе России до 2020 г / А. М. Соловьев // Проблемы прогнозирования. – 2014. – № 5(146). – С. 70-78.

241. Гудкова, О. Е. Систематизация причин несостоятельности оборонных предприятий / О. Е. Гудкова // Научный вестник оборонно-промышленного комплекса России. – 2019. – № 4. – С. 43-52.

242. Данилова, Е. О развитии навыков профессиональной коммуникации в инженерном образовании / Е. Данилова, З. Пудловски // Высшее образование в России. – 2008. – № 10. – С. 50-55.

243. Захарова, И. Г. Формирование социальной компетенции будущих инженеров в контексте современных достижений профессиональной педагогики / И. Г. Захарова // Вестник Самарского государственного университета. – 2008. – № 5-2(64). – С. 216-222.

244. Есаулов, В. Н. 20 лет работы предприятий ОПК в рыночной экономике / В. Н. Есаулов // Вестник Томского государственного университета. Экономика. – 2012. – № 3(19). – С. 11-18.

245. Есаулов, В. Н. Ситуация в кадрах оборонно-промышленного комплекса: 1990-е, 2000-е годы и настоящее время / В. Н. Есаулов // Доклады Томского государственного университета систем управления и радиоэлектроники. – 2013. – № 4(30). – С. 191-198.

246. Турчихина, Г. С. Совершенствование оплаты труда на предприятиях оборонно-промышленного комплекса на основе грейдирования / Г. С.

Турчихина, Т. И. Себекина, А. Н. Лысенко // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2017. – Т. 18, № 1. – С. 250-257.

247. Улумбекова, Г. Э. Демография и показатели здоровья населения России / Г. Э. Улумбекова // Российский психиатрический журнал. – 2010. – № 2. – С. 28-35.

248. Воронцова, Г. В. Исследование факторов повышения вовлеченности персонала / Г. В. Воронцова, Р. Г. Чумаченко // Kant. – 2017. – № 2(23). – С. 108-110.

249. Кожабаяев, Х. Б. Первые итоги применения системы "кайдзен" в кентауском трансформаторном заводе / Х. Б. Кожабаяев, Б. С. Мырзалиев // Globus: Экономика и юриспруденция. – 2019. – № 4(34). – С. 4-10.

250. Тучинова, Ц. Г. Использование кайдзен - логистики в торговой компании / Ц. Г. Тучинова // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2016. – Т. 2, № 12. – С. 1033-1035.

251. Жильников, А. Ю. Кайдзен по-русски. 10 способов улучшить российскую модель управления / А. Ю. Жильников, И. В. Комаров // Территория науки. – 2016. – № 2. – С. 70-74.

252. Галицкая, Д. А. Методология кайдзен в России / Д. А. Галицкая, А. В. Кукарцев // Актуальные проблемы авиации и космонавтики. – 2012. – Т. 2, № 8. – С. 168-170.

253. Татарникова, Л. И. Организация работы с кайдзен-предложениями / Л. И. Татарникова // Вестник Иркутского государственного технического университета. – 2014. – № 11(94). – С. 316-320.

254. Родионова, В. Н. Практика реализации принципов концепции Кайдзен на отечественных предприятиях / В. Н. Родионова, А. С. Рябцева // Экономинфо. – 2014. – № 21. – С. 10-13.

255. Чуланова, О. Л. Применение технологии Кайдзен в управлении персоналом / О. Л. Чуланова, А. В. Глюта // Мир науки. – 2014. – № 4. – С. 20.

256. Остроухова, А. А. Анализ возможности применения требований Кайдзен к организации различных типов рабочих мест / А. А. Остроухова // Экономика и управление в XXI веке: тенденции развития. – 2014. – № 16. – С. 121-125.
257. Астафьева, О. В. Особенности управления в современных условиях смены технологического уклада / О. В. Астафьева // Экономический анализ: теория и практика. – 2018. – Т. 17, № 2(473). – С. 340-352.
258. Куракина, Л. Ю. Роль дисциплины труда в инновационной экономике / Л. Ю. Куракина, С. Ю. Кряжова // Инновации. – 2013. – № 9(179). – С. 71-74.
259. Ефимов, В. И. Эволюция содержания труда в процессе экономического развития общества / В. И. Ефимов, О. В. Мраморнова // Вестник Саратовского государственного технического университета. – 2009. – Т. 3, № 1(40). – С. 145-153.
260. Кублин, И. М. Качественное изменение труда в условиях цифровизации производства / И. М. Кублин, М. А. Еремеев, С. В. Плеханов // Промышленность: экономика, управление, технологии. – 2019. – № 1(75). – С. 65-69.
261. Яковлева, Е. В. Трудовая деятельность в условиях инновационной экономики: специфика, организация, управление / Е. В. Яковлева // Гуманитарный научный журнал. – 2017. – № 1. – С. 100-106.
262. Попков, Д. О необходимых мерах по повышению экономической эффективности предприятий ОПК / Д. Попков, В. Коцюбинский, С. Коцюбинская // Экономическое развитие России. – 2017. – Т. 24, № 9. – С. 75-83.
263. Михайлов, И. Ф. Человеческий мозг и сознание: биология или вычисления? / И. Ф. Михайлов // Философские проблемы информационных технологий и киберпространства. 2018. № 2. С. 92–110.
264. Журавский, М. Ю. Регулирование инерции инвестиционного мышления / М. Ю. Журавский // Известия Иркутской государственной экономической академии. – 2008. – № 2. – С. 5-8.

265. Алиева, Т. М. Проектная команда как основной инструмент эффективности проекта / Т. М. Алиева // Национальная Ассоциация Ученых. – 2020. – № 35-3(62). – С. 29-32.
266. Блей, Е. И. Аналитические процедуры и подходы к оценке непрерывности деятельности организации / Е. И. Блей, Ю. Н. Галицкая // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2020. – № 10-1(68). – С. 30-32.
267. Гуркова, М. Д. Обоснование важности сбора и анализа количественных данных по показателям устойчивого развития предприятия / М. Д. Гуркова // Экономика и бизнес: теория и практика. – 2021. – № 6-2(76). – С. 50-53.
268. Кубышкин, С. А. Виртуальная реальность как социокультурный феномен / С. А. Кубышкин // Вестник Майкопского государственного технологического университета. – 2013. – № 2. – С. 37-40.
269. Батталова, А. А. Основные этапы и методики становления бережливого производства / А. А. Батталова, О. Ю. Хрипунова, А. М. Батталов // Экономика и управление: научно-практический журнал. – 2019. – № 1(145). – С. 41-43.
270. Тарасов, В. Н. Анализ и оптимизация карты потока создания ценностей с помощью программной системы EVSM / В. Н. Тарасов, М. В. Ушакова, Ю. А. Ушаков // Вестник Самарского государственного технического университета. Серия: Технические науки. – 2012. – № 2(34). – С. 82-89.
271. Сапожников, А.С. Мотивация в управлении персоналом: учебное пособие/А.С. Сапожников. – СПб.: СЗФ АО «ГВЦ Энергетики», 2012. –107 с.
272. "ЕЭС России" (СЗФ АО "ГВЦ Энергетики"), 2002 г. Антамошкин, А. Н. Специфика оценки рисков инноваций на предприятиях оборонно-промышленного комплекса / А. Н. Антамошкин, Т. Е. Балобан // Вестник Сибирского государственного аэрокосмического университета им. академика М.Ф. Решетнева. – 2010. – № 3(29). – С. 181-183.

273. Бревнов, В. Г. Риски инновационных проектов на предприятиях оборонно-промышленного комплекса / В. Г. Бревнов // Проблемы и достижения современной науки. – 2015. – № 1(2). – С. 81-86.
274. Макаренко, Н. О. Классификация инноваций для предприятий оборонно-промышленного комплекса / Н. О. Макаренко, Л. В. Ерыгина // Стратегия устойчивого развития регионов России. – 2010. – № 1. – С. 100-105.
275. Ливчин, С. В. Интегрированная корпоративная структура оборонно-промышленного комплекса: понятие и классификация / С. В. Ливчин, А. В. Цветцых // Менеджмент социальных и экономических систем. – 2017. – № 4(8). – С. 5-10.
276. Дятлов, С. А. Оборонно-промышленный комплекс России как основа инновационного развития экономики страны / С. А. Дятлов, Т. А. Селищева // Вестник Омского университета. Серия: Экономика. – 2009. – № 4. – С. 6-20.
277. Романов, М. И. Динамика развития оборонно-промышленного комплекса России: проблемы и перспективы / М. И. Романов // Инновации и инвестиции. – 2021. – № 2. – С. 209-212.
278. Зимин, С. Д. Применение проектного подхода и маркетинга инноваций при освоении новых продуктов на предприятиях оборонного комплекса / С. Д. Зимин, А. М. Макаров // – 2018. – Т. 28, № 5. – С. 633-640.
279. Мироненко, Н. В. Эволюция развития проектного управления в России и за рубежом / Н. В. Мироненко, О. В. Леонова // Управленческое консультирование. – 2017. – № 6(102). – С. 65-72.
280. Скапцов, Е. В. История и современное состояние подготовки к управлению проектной деятельностью курсантов военно-инженерных вузов / Е. В. Скапцов // Наука о человеке: гуманитарные исследования. – 2016. – № 4(26). – С. 113-118.

281. Готсданкер, А. Бизнес-психология: почему сотрудники всегда против изменений / А. Готсданкер. – Москва: Издательские решения по лицензии Ridero, 2015. – 1136 с.
282. Половкина, Э. А. Статистическая оценка влияния организационных факторов на производительность труда / Э. А. Половкина, Е. А. Григорьева, Е. И. Кадочникова // Научные труды Вольного экономического общества России. – 2017. – Т. 204, № 2. – С. 392-407.
283. Маев, Д. В. Различие мнений в вопросах повышения производительности труда на российских предприятиях / Д. В. Маев // Вестник Удмуртского университета. Серия Экономика и право. – 2016. – Т. 26, № 2. – С. 23-32.
284. Завьялова, Е. К. Организационно-психологические аспекты управления человеческими ресурсами в agile-компаниях / Е. К. Завьялова, А. И. Алсуфьев, В. И. Доминяк [и др.] // Вестник Санкт-Петербургского университета. Менеджмент. – 2018. – Т. 17, № 3. – С. 259-274
285. Киселица, Е. П. Базовая модель управления персоналом / Е. П. Киселица, Б. К. Березовский // Инновационная экономика: перспективы развития и совершенствования. – 2015. – № 2(7). – С. 134-138.
286. Султанаева, И. Э. Прогрессивные формы организации труда / И. Э. Султанаева, Э. А. Фазылова // Символ науки: международный научный журнал. – 2018. – № 5. – С. 79-82.
287. Алаева, Е. А. Матрица компетенции / Е. А. Алаева // Вестник науки и образования. – 2019. – № 22-3(76). – С. 9-11.
288. Карамушко, Г. В. Управление персоналом на основе формирования компетентностной модели в сфере бережливого производства / Г. В. Карамушко, Н. Г. Маськова // Новые технологии. – 2021. – Т. 17, № 2. – С. 131-137.
289. Кутин, А. А. Критерий структурной оптимизации производственного процесса изготовления сложных деталей машиностроения / А. А. Кутин,

М. В. Туркин // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. – 2011. – № 10. – С. 72-75.

290. Палюх, Б. В. Повышение эффективности управления технологическими подразделениями в условиях единичного и мелкосерийного производства / Б. В. Палюх, Г. Б. Бурдо // Вестник Донского государственного технического университета. – 2009. – Т. 9, № 4(43). – С. 659-665.

291. Шорохова, Л. В. К проблеме повышения эффективности функционирования производственных систем отечественных предприятий / Л. В. Шорохова // Интернет-журнал Науковедение. – 2014. – № 5(24). – С. 147.

292. Ефимычев, Ю. И. Применение элементов технико-экономического анализа при оценке эффективности внедрения малоотходных производств / Ю. И. Ефимычев, А. В. Богатырев // Экономический анализ: теория и практика. – 2009. – № 26(155). – С. 8-12.

293. Коновалова, Г. И. Методология поддержки принятия оптимальных решений на операционном уровне управления машиностроительным предприятием / Г. И. Коновалова // Вестник Брянского государственного технического университета. – 2014. – № 3(43). – С. 183-189.

294. Иванов, Б. Н. Расчет двумерной вероятности снижения трудоемкости со сжатием цикла изготовления сложных изделий в условиях роста производительности труда / Б. Н. Иванов, П. М. Попов // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2009. – Т. 11, № 3-2. – С. 450-453.

295. Толысбаев, Б. С. Распределение материальных потоков на основе синхронизации технологических операций / Б. С. Толысбаев, Е. Т. Абильмажинов // Вестник Оренбургского государственного университета. – 2006. – № 6-2(56). – С. 70-72.

296. Анашкин, Д. А. 5S Научно-практическое развитие алгоритма внедрения метода организации рабочего пространства / Д. А. Анашкин // Компетентность. – 2024. – № 3. – С. 40-44.

Материалы для конкурса-выставки «Лин-пропаганда 2016»
(составлено автором)



ОТДЕЛ
ОПТИМИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРОЦЕССОВ



АО «ОНПП «Технология им. А.Г. Ромашина»

**Материалы для
Конкурса-выставки
«Лин-пропаганда 2016»**

«Стандартная обучающая карта по использованию анализатора Horiba LA-960L»

Стандартная обучающая карта по использованию анализатора Horiba LA-960L. Потребность в плакате обусловлена новизной оборудования, необходимостью четкого выполнения инструкции для получения достоверных данных.





«Команда»

Цель создания плаката - сплотить коллектив, укрепить корпоративный дух и показать важность каждого члена команды. Цитата, приведенная на плакате призвана показать, что только сообща можно достигнуть поставленной цели. Общая фотография коллектива цеха сделана на фоне символики предприятия, которая сделана из отходов производства работниками коллектива.





"Персонал предприятия - это как футбольная команда: ребята должны играть как единая команда, а не как скопище ярких личностей."

Ли Якоокна, Экс-президент Ford

"Стандартная обучающая карта по использованию установки диссоolver dispermat AE"

Стандартная обучающая карта по использованию установки диссоolver dispermat AE. Потребность в работе обусловлена необходимостью четкого выполнения инструкции для предотвращения появления брака и поддержания оборудования в исправном состоянии.



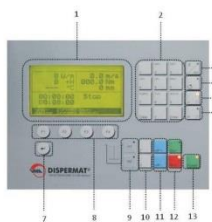
РАБОТА С ДИССОЛЬВЕРОМ DISPERMAT® AE

Разработал:

Утвердил:

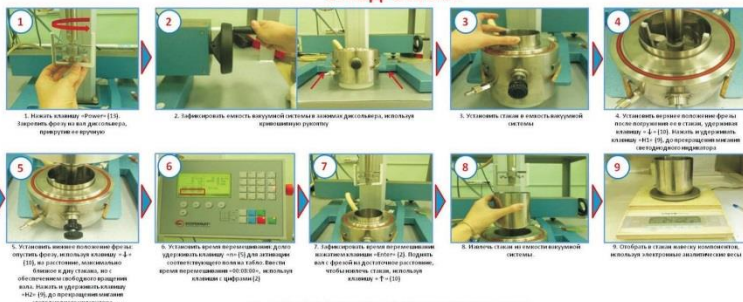
Дата:

ПЕРЕДНЯЯ ПАНЕЛЬ



№	ОПИСАНИЕ
1	ЖК-дисплей
2	Деспичная клавиатура
3	Вкл./выкл. режима подсветки или осцилляции
4	Вкл./выкл. режима работы со скребком
5	Режим работы: постоянное число оборотов
6	Режим работы: постоянная мощность
7	Клавиша возврата в предыдущее меню
8	Функциональные клавиши для управления системой «Кленю»
9	Настройка верхней и нижней границы положения диспергирующего инструмента
10	Настройка положения диспергирующего инструмента
11	Настройка числа оборотов вала и вводной в смесь механической мощности
12	Пуск/стоп процесса диспергирования
13	Вкл./выкл. прибора

1. ПОДГОТОВКА

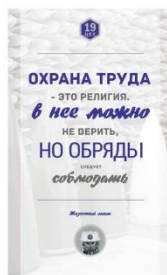


2. ПЕРЕМЕШИВАНИЕ ГЕРМЕТИКА



«Охрана труда – сова»

Агитационный плакат с житейской мудростью. Располагается в наиболее проходимом месте. Плакат создан для мотивации работников и напоминает о необходимости соблюдения правил охраны труда. Автора высказывания выявить не удалось, в связи с чем на плакате изображена сова как символ мудрости в каске с эмблемой цеха.





«Философия бережливого производства – признание ошибки»

Агитационный плакат с цитатой Владимира Путина о признании проблем. Располагается в наиболее проходимом месте. Плакат создан для мотивации работников. Плакат подчеркивает одну из наиболее важных идей бережливого производства – признание ошибок.





«Философия бережливого производства – качество»

Агитационный плакат с цитатой Генри Форда о качестве. Располагается в наиболее проходимом месте. Плакат создан для мотивации работников.





«Мы обеспечиваем мирное небо над головой!»

Плакат объясняет в наглядной и понятной форме рядовым рабочим, что результатом их работы является не только зарплата и повышение благосостояния их семьи, но и обороноспособность страны. Плакат призван повысить значимость и самооценку коллектива. При создании работы использовался инструмент «5 почему?».



МЫ ОБЕСПЕЧИВАЕМ МИРНОЕ НЕБО НАД РОССИЕЙ!

1. Почему над Нами не летают носители западной "демократии"?



Потому, что на вооружение России стоят новейшие зенитные ракетные комплексы!

2. Почему Наши зенитные ракетные комплексы лучшие?



Потому, что точность Наши ракет в новейших зенитных ракетных комплексах самая высокая!

3. Почему Наши ракеты самые точные?



Потому, что системы наведения ракет защищены надёжными обтекателями изготовленными АО "ОНПП "Технология" им. А.Г.Ромашина"!

4. Почему Наши обтекатели самые надёжные?



Потому, что их разрабатывают, изготавливают и испытывают высококвалифицированные и ответственные работники!

КОЛЛЕГА, ПОМНИ!

ВЫПОЛНЯЯ СВОЮ РАБОТУ КАЧЕСТВЕННО, ТЫ ГАРАНТИРУЕШЬ, БЛАГОПОЛУЧИЕ И БЕЗОПАСНОСТЬ СВОИМ БЛИЗКИМ!



«Охрана труда – каска №1»

Данный плакат в позитивном ключе напоминает работникам участка, на котором проводятся работы с применением кран-балки, о необходимости надевать каску, находясь в опасной зоне. На плакате изображен мастер участка. Авторы стихотворения - работники цеха.

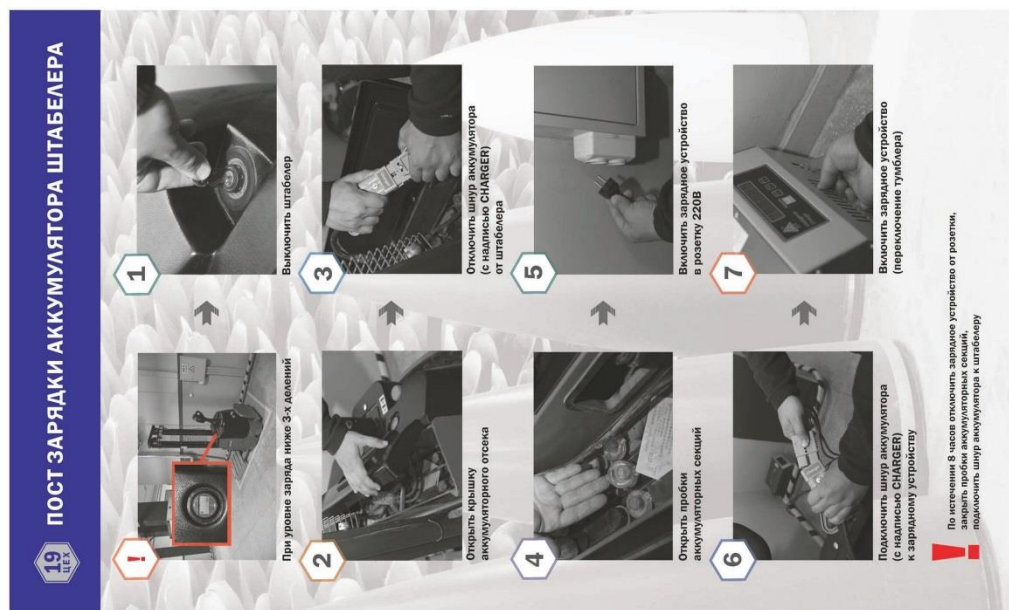




«Пост зарядки аккумулятора штабелёра»

После реорганизации мест хранения материалов и оснастки, появилась потребность в активной эксплуатации электрического штабелёра. Для штабелёра было выделено место – пункт его хранения и зарядки. Данная инструкция наглядно и доступно показывает процедуру зарядки, это позволяет избегать временных потерь и конфликтных ситуаций.





«Охрана труда – каска №2»

Данный плакат в позитивном ключе напоминает работникам участка, на котором проводятся работы с применением кран-балки, о необходимости надевать каску, находясь в опасной зоне. На плакате изображен мастер участка. Авторы стихотворения - работники цеха.





«Охрана труда – каска №3»

Данный плакат в позитивном ключе напоминает работникам участка, на котором проводятся работы с применением кран-балки, о необходимости надевать каску, находясь в опасной зоне. На плакате изображен мастер участка. Авторы стихотворения - работники цеха.





«Моешь сам!»

В процессе реорганизации производства удалось высвободить помещение, в котором организовали комнату приема пищи, для того, чтобы работники не ели на рабочих местах и имели возможность отдохнуть в комфортных условиях. Но отдельного персонала, который бы следил за порядком и убирал, не наняли, в связи с чем задача поддержание чистоты и порядка легли на самих работников, данный плакат стал напоминанием для работников.





«Плакат в комнату для курения»

После организации специализированного места для курения потребовался плакат для предупреждения работников о возможных последствиях курения. Цифры и факты были взяты из научных статей.



Знай!

Курение **отнимает** у тебя:

- Минимум **10 лет** твоей жизни!
- **15%** твоей заработной платы!
- **9** рабочих дней за год!
- Полноту удовольствия от **вкусной** пищи и напитков!



МИНЗДРАВСОЦРАЗВИТИЯ РОССИИ ПРЕДУПРЕЖДАЕТ:
КУРЕНИЕ ВРЕДИТ ВАШЕМУ ЗДОРОВЬЮ



ОТДЕЛ
ОПТИМИЗАЦИИ
ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ
ПРОЦЕССОВ

«Скажи браку – нет!»

Дефекты на начальных этапах производства приводят к браку на заключительных стадиях. Плакат призван для напоминания рабочим о важности выполнения всех процедур и соблюдения параметров процесса. На плакате наглядно отображены основные виды брака. Для большего воздействия на рабочих на плакаты помещена фотография мастера данного участка. Авторы стихотворения работники цеха.

СКАЖИ БРАКУ - НЕТ!

К чему приводит несоблюдение технологических параметров?

Рыхлость

Трещина

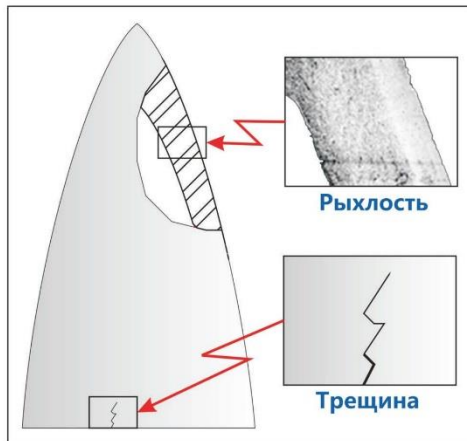
Дробильщик, всегда будь на чеку:
Стоишь в начале техпроцесса,
И от тебя зависит качество в цеху.
Запомни - браку здесь нет места!
Параметры процесса соблюдай
Все проверь и четко выполни.
Любой неверный шаг -
и в цехе брак!
Видь сам же ты себе не враг?
Наш общий враг, конечно, брак!



СКАЖИ БРАКУ - НЕТ!



К чему приводит несоблюдение технологических параметров?



Дробильщик, всегда будь на чеку:
Стоишь в начале техпроцесса,
И от тебя зависит качество в цеху
Запомни - браку здесь нет места!
Параметры процесса соблюдай
Все вовремя и четко выполняй
Любой неверный шаг -
и в цехе брак!
Ведь сам же ты себе не враг?
Наш общий враг, конечно, брак!

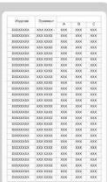
«Стандартная обучающая карта по сборке гипсовых форм для изготовления образцов – спутников»

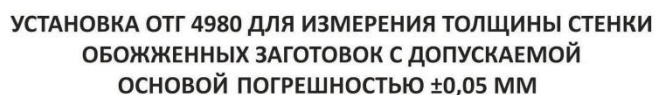
Стандартная обучающая карта по сборке гипсовых форм для изготовления образцов – спутников. Потребность в работе обусловлена необходимостью четкого выполнения инструкции для недопущения брака во время редко выполняемых работ работниками, для которых данная операция не является основной.



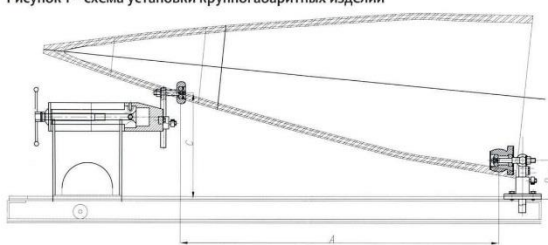


Стандартная обучающая карта по сборке гипсовых форм для изготовления образцов – спутников. Потребность в работе обусловлена необходимостью четкого выполнения инструкции для недопущения брака во время редко выполняемых работ работниками, для которых данная операция не является основной.





Установить изделие на скобу согласно размерам указанным в таблице. Для измерения малогабаритных (диаметром до XXX мм) заготовок, заготовок XXXXXXXX и XXXXXXXX в комплектации установки предусмотрены съёмные ложементы, которые устанавливаются на каретке.



Реализация принципов и инструментов бережливого производства в АО «ОНПП «Технология» А. Г. Ромашина» на примере наукоемкого мелкосерийного производства в цехе 19 (составлено автором)



АО «ОНПП «Технология» А. Г. Ромашина»
Калужская область, г. Обнинск, Киевское шоссе, 15
technologiya.ru
Отдел оптимизации производственных процессов
+7 (484) 399 68 68 доб. 61-13
Версия 1.1 от 04.06.2018

**РЕАЛИЗАЦИЯ ПРИНЦИПОВ И ИНСТРУМЕНТОВ
БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА В
АО «ОНПП «ТЕХНОЛОГИЯ» А. Г. РОМАШИНА»
НА ПРИМЕРЕ НАУКОЕМКОГО МЕЛКОСЕРИЙНОГО
ПРОИЗВОДСТВА В ЦЕХЕ 19**

О ПРЕДПРИЯТИИ

ЦЕЛИ



Акционерное общество «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» им. А. Г. Ромашина» образовано в октябре 1959 года, с 2010 года входит в состав холдинга «РТ-Химические технологии и композиционные материалы» Государственной корпорации «Ростех».

Применение инструментов бережливого производства началось на предприятии с 2012 года. В 2014 году к этому процессу подключился Цех 19 НПК «РПО», быстро ставший лидером по эффективности использования инструментов бережливого производства. Основной деятельностью цеха является внедрение серийных технологий производства радиопрозрачных обтекателей (РПО) на основе керамических и стеклопластиковых материалов для ракетной и авиационной техники.

Цех 19

8 производственных участков
28 профессий
116 видов оснастки
126 единиц оборудования (станки и установки)
254 различных операций и процессов

2



Бережливое производство – один из эффективнейших инструментов развития предприятия. Если мы хотим оставаться лучшими, мы должны совершенствовать культуру труда, производственные процессы.
Андрей Николаевич Сыткин,
генеральный директор
АО «ОНПП «Технология» им. А. Г. Ромашина»

Всё производство должно быть бережливым, на этом строится экономика. Поэтому каждое предприятие должно стремиться к тому, чтобы сотрудники были вовлечены в эту работу и эффективно хозяйствовали даже на своих рабочих местах. Успех в этом вопросе во многом зависит от лидера.

Михаил Юрьевич Русин
директор научно-производственного комплекса «РПО» - главный конструктор, доктор технических наук, профессор.



Цели

- Увеличение производительности на существующих площадях без остановки производства
- Снижение уровня технологических потерь
- Профессиональное развитие персонала и вовлечение его в процесс улучшений
- Увеличение номенклатуры выпускаемой гражданской продукции

3

ЗАДАЧИ

ОБОРУДОВАНИЕ

- Уменьшение числа поломок, вызванных неправильным и недостаточным обслуживанием
- Сокращение длительности ремонта и времени переналадки
- Уменьшение простоев оборудования связанных с отсутствием необходимой оснастки

ПРОСТРАНСТВО

- Сокращение времени на поиск и комплектацию оснастки и приспособлений для транспортировки
- Оптимизация логистики путем устранения лишних операций транспортировки
- Повышение уровня организации рабочих мест
- Сокращение межоперационных запасов и незавершенного производства

ПЕРСОНАЛ

- Улучшение условий труда (работа в жарком помещении) и отдыха (необорудованные душевые и комната приема пищи)
- Обеспечение средствами индивидуальной защиты и спецодеждой
- Вовлечение работников в процесс улучшений
- Организация контроля за соблюдением технологического процесса в ночное время
- Повышение информированности и мотивации работников

МАТЕРИАЛЫ

- Выравнивание поставок материалов
- Сокращение непроизводительных запасов (НПЗ)
- Организация экспресс-анализа материалов

4

РЕШЕНИЯ

ОБОРУДОВАНИЕ

- Внедрение чек-листов обслуживания оборудования
- Изменение принципа организации хранения оснастки
- Применение в производственном процессе разработок, не внедренных ранее
- Создание производственных ячеек

ПРОСТРАНСТВО

- Перенос производственных участков
- Оптимизация расположения оборудования
- Сокращение запасов и освобождение площадей под размещение оборудования
- Организация рабочих мест в соответствии с принципами системы 5С

ПЕРСОНАЛ

- Организация комнаты приема пищи и места для курения
- Строительство новых душевых
- Пересмотр графиков работы персонала и оборудования
- Уточнение должностных обязанностей ИТР
- Обучение работников основам бережливого производства
- Изменение организационной структуры управления цехом
- Организация системы сбора и реализации предложений по улучшению от работников
- Разработка наглядной агитации

МАТЕРИАЛЫ

- Создание цеховой экспресс-лаборатории
- Выравнивание процесса производства
- Внедрение автоматизированной системы оперативного учета изделий и материалов

5

КОМАНДА



Лидер

Дмитрий Викторович Харитонов
начальник цеха, доктор технических наук.

Задача:
Взаимодействие с руководством предприятия.
Общее руководство реализацией проекта.



Алексей Иванович Осипов
заместитель начальника цеха
по оборудованию и обеспечению производства.

Задача:
Оценка перспективы, анализ проекта, разработка и реализация перепланировки, переговоры с подрядчиками, подбор оборудования, работа с договорами и технической документацией, курирование работ по SMED.



Антонина Александровна Анашкина
начальник технического бюро,
кандидат технических наук.

Задача:
Оценка перспективы, анализ проекта, технологический контроль, организация работ технологической группы, оценка предложений по улучшениям.

6



Алексей Валерьевич Грошев
начальник бюро оборудования и автоматизации.

Задача:
Оперативное подключение нового и модернизированного оборудования, организация и руководство реализацией кайдзен-предложений, внедрение системы 5С, сбор и анализ данных в цехе. Курирование развития информационной системы ПАУК.



Алексей Николаевич Блинов
начальник отдела оптимизации
производственных процессов.

Задача:
Организация обучения бережливому производству, разработка визуального менеджмента, анализ данных, методическое сопровождение, обобщение полученных результатов.



Дмитрий Александрович Анашкин
специалист отдела оптимизации
производственных процессов.

Задача:
Обучение основам бережливого производства, разработка визуального менеджмента, анализ данных, методическое сопровождение, обобщение полученных результатов.

7

СБОР ДАННЫХ



Хронометраж операции

ИНСТРУМЕНТЫ

VSM – инструмент, который позволяет увидеть и понять материальные и информационные потоки в ходе создания ценности.

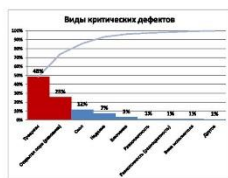


Диаграмма Парето – инструмент, выявляющий основные причины возникающих проблем для последующей концентрации усилий на их устранении. В цехе 19 применяется для анализа источников дефектов.

8

СБОР ДАННЫХ



Вовлечение персонала в организацию рабочего пространства

ИНСТРУМЕНТЫ

Диаграмма Спагетти –
инструмент визуализации
пути перемещения
материалов и изделий в
производстве. Позволяет
выявить и оценить потери от
излишних перемещений.



Хронометраж – измерение длительности технологических операций с целью обнаружения и оптимизации потерь от задержек и дополнительной обработки.

9

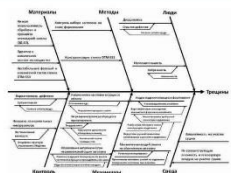
АНАЛИЗ



Мозговой кайдзен-штурм

ИНСТРУМЕНТЫ

Диаграмма Исикава –
диаграмма многоаспектного
анализа корневых причин
проблем.



Вопрос	Ответ
1. Почему компания развилась?	Потому, что компания не имела никаких иных форм.
2. Почему компания не может иметь иные формы?	Потому, что в форме акционерного предприятия невозможно было бы реализовать идею.
3. Зачем компания развилась? (или почему?)	Потому, что сложно ввести СТУДИЮ на рынок при наличии формального капитала.
4. Почему СТУДИЯ плохо выполняла по заданию без критики на его разделение?	Потому, что «структурная» критика не позволяет получить достаточно гладкую поверхность.
5. Почему структурная технология не была применена для создания гладкой поверхности сечения?	Потому, что часто используют метод, который исключает для изготовления сечения.

5 почему – техника, используемая для изучения причинно-следственных связей, лежащих в основе той или иной проблемы.

10

ВЫХОД В ГЕМБУ



Руководство утверждает, содействует и участвует лично в реализации проектов, а также контролирует выполнение их на различных этапах.

Решение по ключевым вопросам развития производства принимается после посещения производства («Гембы»).



11

НАЧАЛО



Для сокращения времени на поиск документов и оснастки, в цехе введена цветовая кодировка по типам изделий.



Цветовая кодировка формовых комплектов. Применена для защиты от ошибок оператора посредством цветовой индикации.

12

НАЧАЛО



Цветовая кодировка сердечников. Применена для защиты от ошибок оператора посредством цветовой индикации.



Цветовая кодировка носилок. Применена для защиты от ошибок оператора посредством цветовой индикации.

13

ОБОРУДОВАНИЕ



Централизованный контроль и управление оборудованием - позволил уменьшить время на обход и программирование на участке обжига на 80%. Сократило потребность в персонале на 50%.



SMED. Сокращённо время переналадки за счет предварительной комплектации оснастки на передвижной тележке. Экономит до 70% времени на операции сборки формового комплекта.

14

ОБОРУДОВАНИЕ



TPM (Total Production Maintenance) – концепция, заключающаяся в ежедневном контроле за оборудованием с целью поддержания его в состоянии постоянной готовности. Экономит до 70% времени ожидания на устранение неисправностей.



Защита от ошибок (Пока-Йоке). Реализована посредством цветовой маркировки. Экономия до 60% времени операции на поиск необходимой оснастки и инвентаря.

15

ОБОРУДОВАНИЕ



Автоматизированная установка пропитки пенетрантом.
Позволила сократить излишние перемещения на 200 км. в год.



Автоматизация контроля за вводом данных от измерительной скобы сокращает влияние человеческого фактора на процесс контроля геометрических размеров изделий.

16

ПРОСТРАНСТВО



Пост ОТК. Организованный в соответствии с принципами 5С, позволил сократить потери времени на поиск необходимой оснастки.



Участок входного контроля комплектующих. Обеспечивает полный цикл входного контроля, включая высокоточный автоматизированный контроль размеров деталей при помощи контрольно-измерительной машины.

17

ПРОСТРАНСТВО



Участок зачистки. Позволил сократить занимаемую площадь и улучшить условия труда.



ВОК (визуально-оптический контроль). Организован на участке механической обработки. Экономия от устранения излишних перемещений составила 300 км. в год.

18

ПРОСТРАНСТВО



Организовано двухъярусное закрытое место для хранения оснастки. Высвобождено более 35 м² производственных площадей.



Организовано место стоянки тележек. Сокращено время поиска, и уменьшена возможность загромождения под оборудованием.

ПЕРСОНАЛ



Система кондиционирования участка обжига обеспечила комфортные условия труда в соответствии с нормами охраны труда.



Униформа. Индивидуально сшитая униформа, отвечающая стандартам промышленной безопасности, снижает влияние вредных производственных факторов и риск получения травмы.

20

ПЕРСОНАЛ



Комната приема пищи. Создание комфортных бытовых помещений позволило исключить прием пищи на производственных участках.



Душевые. Ремонт и переоснащение душевых комнат не только повысили комфорт и мотивацию персонала, но и высвободили дополнительно 100 м² площади, задействованные в последствии под производственный участок.

21

ПЕРСОНАЛ



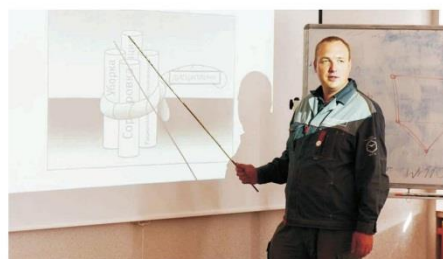
Диспетчерская. Организована центральная диспетчерская, позволяющая осуществлять сбор данных от круглосуточно работающего оборудования и систем видеонаблюдения.



Матрица навыков компетенции. Обеспечивает объективную оценку качеств персонала. Указывает на «сильные» и «слабые» стороны, мотивируя к профессиональному росту.

22

ОБУЧЕНИЕ



Разработаны и утверждены программы курсов целевого назначения по бережливому производству для ИТР, мастеров, специалистов и рабочих.



Внутреннее обучение. Проводится работниками отдела оптимизации производственных процессов. Обучение включает теоретическую часть, деловые игры и посещение производственных участков, где успешно внедряются инструменты и принципы бережливого производства.

23



Награждение работников, активно принимавших участие в подаче и реализации предложений по улучшению почетными грамотами генеральным директором.

С апреля 2015 года с целью вовлечения персонала в процесс развития производственной системы Общества организован сбор и рассмотрение предложений по улучшению (кайдзен).

За три года работы системы собрано более 400 предложений, из которых принято в работу и реализовано более 120.

Эффект от внедрения составил более 14 млн рублей.

Премияльные средства, полученные за внесенные предложения, направляются сотрудниками в фонд помощи детям «ХОСПИС-ДЕТЯМ».



Сборка гипсовых форм для изготовления образцов-спутников

Потребность в работе обусловлена необходимостью четкого выполнения инструкции для исключения брака во время редко выполняемых операций работниками, для которых данный вид деятельности не является основным.

Использование установки диссолювер dispermat AE

Потребность в работе обусловлена необходимостью четкого выполнения инструкции для предотвращения появления брака и поддержания оборудования в исправном состоянии.





**Стандарт настройки установки ОТГ
4980 для измерения толщины
стенки обожженных заготовок с
допускаемой основой
погрешностью $\pm 0,05$ мм**

В стандарте приведены данные, которых должен придерживаться работник при выполнении операции в зависимости от типа изделия. Стандарт предназначен для сокращения временных потерь при переналадке установки для измерения разных типов изделий. Цифровые значения в таблице скрыты по соображениям безопасности.



Мы обеспечиваем мирное небо над головой!

Плакаты объясняют в наглядной и понятной форме рабочим, что результатом их работы является не только зарплата и повышение благосостояния их семьи, но и обороноспособность страны. Плакаты призваны повысить значимость и самооценку коллектива. При создании работы использовался инструмент 5 почему?



Соблюдение требований охраны труда

Серия плакатов в позитивном ключе напоминает работникам участка, на котором проводятся работы с применением кран-балки, о необходимости надевать каску, находясь в опасной зоне. На плакатах изображены мастера участков. Авторы стихотворения - работники цеха.



АГИТАЦИЯ



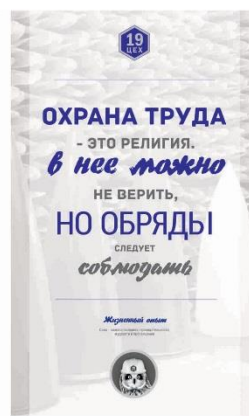
32

АГИТАЦИЯ



33

АГИТАЦИЯ



Философия бережливого производства – признание ошибки

Серия агитационных плакатов с различными цитатами. Располагаются в наиболее проходном месте. Плакаты созданы для мотивации работников.

34

АГИТАЦИЯ

35

МАТЕРИАЛЫ



Цеховая лаборатория. Обеспечивает экспресс-контроль параметров материалов в процессе операции помола. Размещение в непосредственной близости от участка помола сокращает время выполнения операции анализа и уровень технологических потерь.



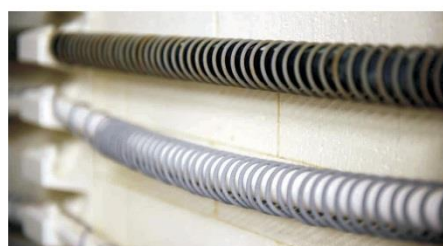
Участок изготовления образцов. Выполнение операции изготовления образцов в отдельном помещении позволило высвободить 15-20 % производственной площади участка формования.

36

МАТЕРИАЛЫ



Организовано двухъярусное хранение материалов в производстве. В два раза сокращена площадь, используемая для складирования.



Производство и использование огнеупорных материалов и комплектующих из технических отходов основного производства экономит средства на ремонт оборудования на сумму более 10 млн руб в год.

37

ПАУК

Программно-аппаратный управленческий комплекс (ПАУК) - цеховая информационная система, обеспечивающая оперативный контроль по трехкомпонентной производственной системе:

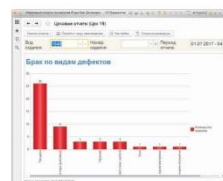
- изделия и материалы** - оперативный учет изделий, и выполняемых операций, запасов на складах и в производстве, уровень и источники технологических потерь;
- персонал** - учет и ведение сменных заданий, формирование нормировочных карт;
- оборудование и оснастка** - учет времени и режимов работы оборудования и дистанционное управление.

Ввод данных об операции в систему обеспечивается непосредственно исполнителем операции. Если это невозможно, то время выполнения отмечает мастер участка.



ПАУК вычисляет общую длительность обработки изделия и время ожидания.

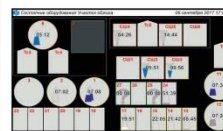
Технолог в режиме реального времени анализирует источники технологических потерь.



ПАУК обеспечивает учет месячной выработки с выводом на экран на участке.



ПАУК фиксирует и хранит данные о работе технологического оборудования, которые хранятся и регистрируются в базе данных.



Круглосуточное видеонаблюдение за технологическим процессом в связке со временем выполнения операции позволяет выявить направления для улучшения.

38

39

РЕЗУЛЬТАТЫ

КОЛИЧЕСТВЕННЫЕ

Высвобождено 40% площадей для установки нового оборудования.

Снизился уровень технологического брака (коэффициент запуска был 1,7, стал 1,5).

Сократилось время выполнения заказов на 36,9%.

Снизился уровень запасов на 83,3%.

Увеличилась пропускная способность цеха на 84%.

Увеличилась производительность 1 рабочего на 8,5%.

Экономический эффект от предложений по улучшению (кайзен) более 14 млн рублей.

КАЧЕСТВЕННЫЕ

Введен в эксплуатацию Программно-аппаратный управленческий комплекс - цеховая информационная система.

Проведено совершенствование технологических операций.

Создан механизм реализации творческого потенциала работников

Улучшены условия труда.

Благодаря внедренным улучшениям и изменениям, в цехе 19 стало возможно выпускать изделия гражданского назначения.

ГРАЖДАНСКАЯ ПРОДУКЦИЯ



Гильзы для термопар из корундовой керамики. Работают в агрессивных средах, при производстве и переработке алюминия и его сплавов, а также магния, цинка, серебра. Высокая химическая стойкость в расплавах солей и цветных металлов, высокая термостойкость.

Емкость для химических реактивов. Высокая устойчивость к химическим и агрессивным средам и расплавам; обеспечивают сохранение химической чистоты, высокая термостойкость.



Тигли для плавки цветных металлов (серебра, золота, меди, алюминия). Высокая термостойкость, устойчивость к химическим и агрессивным средам и расплавам; обеспечивают сохранение химической чистоты сплавов, высокая термостойкость.

40

41

НАШ ОПЫТ

КОНФЕРЕНЦИИ И КОНКУРСЫ



2016 год. XXI международная научно-техническая конференция «Конструкции и технологии получения изделий из неметаллических материалов». Выступление с докладом «Опыт внедрения элементов бережливого производства на участке изготовления керамических заготовок».

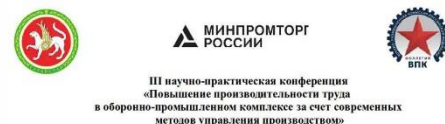


II научно-практическая конференция «Повышение производительности труда в оборонно-промышленном комплексе за счет современных методов управления производством»

2016 год. II научно-практическая конференция «Повышение производительности труда в оборонно-промышленном комплексе за счет современных методов управления производством». Выступление с докладом «Специфика мотивации персонала, задействованного в мелкосерийном наукоемком производстве в ОПК».

42

НАШ ОПЫТ



2017 год. III научно-практическая конференция «Повышение производительности труда в оборонно-промышленном комплексе за счет современных методов управления производством». Выступление с докладом «Внедрение ИТ-технологий в производстве радиопрозрачных обтекателей».



Лауреаты очного тура «Конкурса проектов по повышению производительности» соревновательной программы лидеров производительности на Кубок им. А. К. Гастева.

43

НАШ ОПЫТ

ОПЫТ И ПРИМЕРЫ ПРИМЕНЕНИЯ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА



Журнал «Огнеупоры и техническая керамика». 2015, № 10, «Инструменты повышения производительности мелкосерийного наукоемкого производства предприятия научно-производственного типа».



Журнал «Новые огнеупоры», 2017, №11, «Применение инструментов бережливого производства для оптимизации выпуска мелких серий изделий из стеклокерамики. Часть 1. Общие сведения о принципах бережливого производства».



Журнал «Новые огнеупоры», 2017, №12, «Применение инструментов бережливого производства для оптимизации выпуска мелких серий изделий из стеклокерамики. Часть 2. Поиск узких мест устоявшегося технологического процесса».

44

НАШ ОПЫТ



Журнал «Экономика и Жизнь», 2018, №2, «Реальная оценка навыков сотрудников побуждает повышать мастерство и производительность».



Сборник тезисов II научно-практической конференции «Повышение производительности труда в оборонно-промышленном комплексе за счет современных методов управления производством», Россия, г. Ижевск, 08-09 декабря 2016 года. «Специфика мотивации персонала задействованного в мелкосерийном наукоемком производстве в ОПК».



Сборник тезисов I Российского конгресса «Удвоение производительности» от слов к делу», Россия, г. Нижний Новгород, 15 ноября 2016 года. «Увеличение производительности на участке изготовления керамических заготовок».

45

НАШ ОПЫТ

О НАС В ПРЕССЕ



Журнал «Вестник Профавиа». 2018, № 1, «Когда работа второй дом».



Областная информационная общественная газета «Калужские профсоюзы», 06.09.2017, №17, «Защита законных прав и жизненных интересов людей наёмного труда – фундамент развития профсоюза и экономики АО «ОНПП «Технология».



«Народная газета - Регион», 24.03.2017, №11, «Обнинская «Технология» готовится к участию в соревновательной программе Конкурса лидеров производства».

46

НАШ ОПЫТ



Областная информационная общественная газета «Калужские профсоюзы», 15.02.2017, №3, «Новый участок повысит возможности предприятия».



«Народная газета - Регион», 27.04.2017, №12, «Обнинская «Технология» сэкономила миллионы на бережливом производстве».



Областная информационная общественная газета «Калужские профсоюзы», 14.08.2017, №15, «В цехе 19 открылась новая комната приёма пищи».

47