

В настоящее время популярным способом повышения эффективности производственной деятельности стало направление, называемое «бережливым производством». Работники обычно привыкают к существующему положению в производстве и не очень заинтересованы в его изменении и совершенствовании. Создание специального отдела «бережливого производства» позволило свежим взглядом взглянуть на ситуацию, вскрыть «узкие места» и поставить перед технологами конкретные задачи, успешное решение которых привело к повышению производительности при минимальном увеличении затрат. В серии из трех статей будут изложены основные положения «бережливого производства» и его успешное применение для оптимизации выпуска мелких серий изделий из стеклокерамики в АО «Обнинское НПО «Технология» имени А. Г. Ромашина».

Д. т. н. **Д. В. Харитонов**<sup>1,2</sup>, д. х. н. **А. В. Беляков**<sup>2</sup> (✉), **Д. А. Анашкин**<sup>1,2</sup>

<sup>1</sup> АО «Обнинское научно-производственное предприятие «Технология» имени А. Г. Ромашина», г. Обнинск Калужской обл., Россия

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО «Российский химико-технологический университет имени Д. И. Менделеева», Москва, Россия

УДК 666.266.6.001.8

## ПРИМЕНЕНИЕ ИНСТРУМЕНТОВ «БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА» ДЛЯ ОПТИМИЗАЦИИ ВЫПУСКА МЕЛКИХ СЕРИЙ ИЗДЕЛИЙ ИЗ СТЕКЛОКЕРАМИКИ.

### 1. Общие сведения о принципах «бережливого производства»

Представлен краткий анализ развития философии производственных систем, выявлены их основные сильные и слабые стороны. Обоснован выбор «бережливого производства» как метода для оптимизации производства мелких серий изделий из стеклокерамики. Показана перспектива использования инструментов и принципов «бережливого производства» для повышения производительности путем борьбы с потерями.

**Ключевые слова:** «бережливое производство», изделия из стеклокерамики, производительность, управление, производственная система, научный менеджмент.

Появление промышленности позволило человечеству совершить технологический рывок и повысить благосостояние тех стран, в которых она развивалась. Но ее дальнейшее развитие и возникновение конкуренции поставили новые задачи для руководства и управляющего персонала. Стало понятно, что недостаточно просто произвести продукцию. Нужно было произвести ее по минимально доступной цене, желателен максимально быстро и качественно. Для этого нужно было развивать производство, но жесткая конкуренция снижала доходность и ограничивала количество ресурсов, которые можно было тратить на развитие производства и, соответственно, на покупку и/или разработку новых технологий, модернизацию и/или закупку нового оборудования и расширение производства. Старая модель управления и философия организации производства перестали удовлетворять новым вызовам.

Уже в конце XIX века в США возникло новое общество инженеров-механиков (ASME) [1]. Это и поныне существующее общество позволило пересмотреть роль и задачи управленцев, инженеров и технологов, уменьшить разрыв между техническими и административными специалистами. Как следствие, это привело к резкому росту производительности, снижению стоимости и повышению качества выпускаемой продукции. Возникло новое движение — «научный менеджмент» [2]. Изменение философии позволило эффективнее и быстрее находить и устранять «узкие места» в производстве, выбирать наилучшие пути модернизации и ускорять развитие технологий. Но научный менеджмент унаследовал и ряд слабостей, которые до появления более эффективной модели не воспринимались как недостатки. Главными из них были: нацеленность на массовое производство, стремление максимизировать прибыль, восприятие рабочих как механизмов, их узкая специализация и минимальное вовлечение в вопросы улучшения производства. Все это резко снижало интеллектуальный потенциал компании и ставило ее в сильную зависимость от способностей инженерно-технических работников и руководства [3].



А. В. Беляков

E-mail: av\_bel@bk.ru

Все эти недостатки были замечены многими исследователями, и уже в 1914 г. в газете «Путь правды» вышла статья В. И. Ленина «Система Тейлора — порабощение человека машиной» [4]. В 1920-х годах в СССР начала зарождаться новая философия организации производства — научная организация труда (НОТ). За основу был взят положительный опыт, наработанный в рамках научного менеджмента. Основной акцент сместился на развитие рабочего и вовлечение его в совершенствование операций, оборудования и технологий через систему подачи рационализаторских предложений, организации кружков и ячеек [5]. Это привело к созданию в 1955 г. Научно-исследовательского института труда (НИИ труда Госкомтруда СССР) [6]. Но создание такой крупной структуры, направленной на развитие философии снижения затрат, в том числе и на управленческие решения, привело к излишней бюрократизации самого процесса и, как следствие, к длительным срокам внедрения новых изменений и снижению их общего количества, что в значительной степени нивелировало все преимущества новой философии [7].

Следующим центром развития производственных систем стала Япония. Послевоенные разрушения, потеря колоний, сильная убыль квалифицированных специалистов и общее снижение покупательной способности населения — все это ударило по промышленности. В сложившихся условиях нужно было искать новые точки роста и пути развития. И японцы начали изучать лучший международный опыт США и СССР [8, 9].

Все это в конечном итоге привело к зарождению новой философии создания производственной системы, которую в России сейчас называют «бережливым производством» [10]. «Бережливое производство» включило все лучшее, что было создано в рамках НОТ и научного менеджмента [11]. Дополнительно были разработаны принципы и инструменты, позволившие нивелировать ряд негативных особенностей производства в Японии и культурных особенности японских рабочих и усилить их сильные стороны [12, 13]. Но, как в любой философии, у японского «бережливого производства» есть своя слабость — ориентирование не на результат, а на процесс, что существенно удлиняет преобразование производственной системы, снижая коммерческую привлекательность проводимых изменений [8].

Организация эффективной производственной системы и системы управления является важнейшим элементом стратегического планирования любого наукоемкого производства. Принято считать, что организовать производственную систему можно только путем внедрения новой технологической цепочки или ее модернизации, однако появились более эффективные комплексные подходы. Ранее [14] было показано, что увеличения производительности эффективнее добиться за счет одновременного развития трех направле-

ний: модернизации технологического процесса, организации эффективной системы управления в подразделении (в нашем случае на производстве) и применения новых эффективных производственных систем («бережливое производство»).

В рамках настоящей работы авторы не будут подробно останавливаться на повторении известных истин, что такое «бережливое производство» и чем оно полезно для развития экономики. По этой теме имеется огромное количество публикаций [8–10, 13, 15–21], но у большинства из них есть существенный изъян, который в свое время отметил Сигео Синго\*<sup>1</sup> [15]. Они зачастую подробно и детально рассказывают, где и как был успешно применен такой подход, приводят интересные и красивые примеры, но не говорят, как внедрять и создавать собственную производственную систему и какие «подводные камни» при этом появятся.

Для настоящей работы интерес представляет только ряд инструментов из арсенала «бережливого производства», которые перспективны для конкретного устоявшегося мелкосерийного производства. Чтобы эффективно использовать отдельные инструменты, нужно понимать их место в общей системе и уметь их интегрировать и внедрять [15], а не допускать ситуацию, когда руководство начинает внедрять «бережливое производство» без учета особенностей конкретного производства, следуя только написанному в книгах [23]. У «бережливого производства» много преимуществ и достоинств [24], но есть два существенных недостатка: отсутствие готовых шаблонных решений [25] и длительность внедрения [16]. А когда речь заходит о внедрении «бережливого производства» на предприятиях ОПК, эти недостатки усиливаются из-за специфики работы подобного рода производств [26]. Не всегда четко понятно, что нужно делать и с чего начинать работу по изменению производственной системы.

Тайити Оно\*<sup>2</sup>, когда у него спросили, чем он сейчас занимается, ответил: «Мы анализируем временной промежуток, начиная с момента, когда потребитель делает заказ, до получения оплаты. И мы сокращаем этот промежуток, избегая лишних затрат» [9]. Для этого в идеале нужно получить непрерывный равномерный поток единичных изделий, т. е. организовать производство таким образом, чтобы изделия обрабатывались по одному и в порядке их посту-

\*<sup>1</sup> Сигео Синго — родился 8 января 1909 г. в г. Сага, Япония [20]. Считается автором метода SMED — быстрая переналадка [15]. Принял активное участие в создании и становлении метода «Пока-Ёка» — защита от ошибок [22].

\*<sup>2</sup> Тайити Оно — родился в г. Дайрен (Далянь, Дальний, Порт-Артур) в Маньчжурии, 29 февраля 1912 г. Автор метода «точно в срок» и системы «Канбан» [9]. Считается одним из величайших гуру бережливого производства. В 1950-х годах активно участвовал в создании системы Toyota Production System (TPS) которая легла в основу бережливого производства [27].

пления с постоянной периодичностью [9]. Таким образом, нужно стремиться, чтобы время цикла, т. е. время, необходимое для выполнения операции или действия, включающие действия по созданию ценности для потребителя, было меньше времени такта — расчетного времени, требуемого для производства одного изделия, заказанного потребителем, которое определяется как деление общего времени производства на число единиц произведенной продукции [23].

Для решения этих задач нужно преодолеть огромное количество проблем, начиная с ограничения, связанного с инерцией мышления, и заканчивая изменениями в технологических процессах. Все это требует постоянного нахождения и устранения проблем [17]. Основными препятствиями, которые мешают получению равномерного потока единичных изделий, являются критические дефекты (в том числе скрытые), состояние и качество оборудования и оснастки, стабильность технологических процессов, которая требует высококвалифицированных и мотивированных работников. Мелкосерийное производство керамических изделий представляет наиболее яркий пример, где данные проблемы наиболее существенно влияют на производительность.

В технологии керамики, как и в большинстве других многостадийных технологий, предшествующие стадии (предыстория) оказывают существенное и чаще всего определяющее влияние на последующие стадии и конечный продукт. Изменение структуры материала на технологических переделах (стадиях) играет роль управляющих воздействий, влияющих на эволюцию его структуры вплоть до готового изделия [28–30]. В применяемой в данном случае технологии керамики это начинается от получения из исходного сырья (в нашем случае стекла) формовочной массы (шликера), далее это формование заготовки (полуфабриката) методом отливки в пористую гипсовую форму, набор массы у стенки формы, сушка в форме, извлечение заготовки из формы, ее сушка вне формы, обжиг в печи, механическая размерная обработка. Дефекты являются элементами структуры керамики и входят в описание ее структуры [28–30]. Отнесение элементов структуры к дефектам вызвано условиями эксплуатации керамического изделия. При

#### Библиографический список

1. ASME [Электронный ресурс] — Режим доступа: [http://faculty.uml.edu/pavitabile/22.302/web\\_download/ASME\\_Into\\_to\\_Codes\\_and\\_Standards\\_1028.pdf](http://faculty.uml.edu/pavitabile/22.302/web_download/ASME_Into_to_Codes_and_Standards_1028.pdf). — Загл. с экрана (21.08.2017).
2. **Зарецкий, А. Д.** Менеджмент : учебник / А. Д. Зарецкий, Т. Е. Иванова. — М. : КНОРУС, 2016. — 268 с.
3. **Шелдрейк, Дж.** Теория менеджмента: от тейлоризма до японизации / Дж. Шелдрейк. — СПб. : Питер, 2001. — 352 с.  
**Sheldrake, J.** Management theory: From Taylorism to Japanization / J. Sheldrake. — London : International Thomson Business Press, 1996. — 225 p.
4. **Ленин, В. И.** «Система Тейлора — порабощение человека машиной» / В. И. Ленин // Газета «Путь правды». — 1914. — 13 марта.

этом дефекты существенно ухудшают эксплуатационные свойства и часто делают нецелесообразным или невозможным применение изделия.

Такой подход позволяет понять, что дефекты, обнаруживаемые в готовом изделии или в заготовках, могут закладываться на предыдущих стадиях. В изготовлении керамики с использованием метода шликерного литья в гипсовые формы свойства получаемой заготовки (отливки) и конечного изделия зависят от состояния помольного оборудования для изготовления порошка, распределения частиц порошка по размерам, свойств шликера, гипсовой формы, качества формующей оснастки и условий проведения физико-химических процессов, сопровождающих технологические стадии.

Свойства формовочной массы (шликера) зависят от химико-минерального состава твердой фазы, распределения по размерам частиц измельченного порошка, соотношения вода : твердая фаза, состава и количества добавок электролитов. Гипсовые формы должны равномерно и достаточно быстро впитывать воду из шликера при наборе массы и способствовать удалению воды при сушке в форме. При этом получаемая заготовка должна быть максимально однородной по своей структуре и не содержать неравноплотных областей (областей локальных уплотнений [31]), областей, находящихся под действием сжимающих и растягивающих механических напряжений, пор, трещин, разнотолщинности. Условия проведения физико-химических процессов в значительной мере зависят от степени их неравновесности [30]. Чем выше степень неравновесности, тем обычно больше вероятность образования локальных уплотнений, пор и трещин.

Современные подходы с позиций «бережливого производства» облегчают поиск «узких мест» производства и позволяют обратить внимание технологов на стадии технологии, которые вносят наиболее значительный вклад в появление брака.

Во второй статье серии будет рассмотрен пример реализации описанной выше философии «бережливого производства» в случае конкретного устоявшегося наукоемкого мелкосерийного производства керамических изделий.

*(Продолжение следует)*

5. **Гасникова, С. Ю.** Научная организация труда: история и современность / С. Ю. Гасникова // Культура, наука, образование: проблемы и перспективы : сб. науч. работ, 2015. — С. 90–93.
6. Вестник научно-исследовательского института труда и социального страхования [Электронный ресурс] Электрон. дан. — М. : ФГУП «Научно-исследовательский институт труда и социального страхования» Минздравсоцразвития РФ, 2010. — Режим доступа: <http://profrisk.ru/wp-content/uploads/2016/05/%D1%8E%D0%B1%D0%B8%D0%BB%D0%B5%D0%B9%D0%BD%D1%8B%D0%B9%D0%B2%D0%B5%D1%81%D1%82%D0%BD%D0%B8%D0%BA.pdf>, свободный. — Загл. с экрана (21.08.2017).
7. **Михайлова, С. Ю.** Проблемы и тенденции развития технического творчества молодых рабочих республик

Волго-Вятского региона в 1955–1985 гг. / С. Ю. Михайлова // Вестник ЧГУ. — 2005. — № 3. — С. 49–58.

8. **Лайкер, Дж.** Дао Toyota : 14 принципов менеджмента ведущей компании мира / Дж. Лайкер ; пер. с англ. Т. Гутман. — 7-е изд. — М. : Альпина Паблишерз, 2012. — 398 с.

**Liker, J. K.** The Toyota way / J. K. Liker. — New York : McGraw-Hill, 2004. — 330 p.

9. **Оно, Т.** Производственная система Тойоты. Уходя от массового производства / Т. Оно, В. Е. Болтрукевич ; под ред. В. Е. Болтрукевича. — М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2012. — 208 с.

**Ohno, T.** The Toyota production system: beyond large-scale production / T. Ohno. — Portland, Oregon : Productivity Press, 1988. — 143 p.

10. **Левинсон, У.** Бережливое производство: синергетический подход к сокращению потерь / У. Левинсон, Р. Рерик ; пер. с англ. А. Л. Раскина. — М. : Стандарты и качество, 2007. — 272 с.

**Levinson, W. A.** Lean enterprise: a synergistic approach to minimizing waste / W. A. Levinson, R. A. Rerick. — Milwaukee : ASQ Quality Press, 2002. — 236 p.

11. **Давыдова, Н. С.** Бережливое производство : монография / Н. С. Давыдова. — Ижевск : Изд-во Института экономики и управления, ГОУ ВПО «УдГУ», 2012. — 138 с.

12. **Иванова, Т. Б.** Корпоративная культура и эффективность предприятия : монография / Т. Б. Иванова, Е. А. Журавлёва. — М. : РУДН, 2011. — 152 с.

13. **Лайкер, Дж.** Корпоративная культура Toyota: уроки для других компаний / Дж. Лайкер, М. Хосеус ; сокр. пер. с англ. М. Самсонова. — М. : Альпина Паблишерз, 2011. — 354 с.

**Liker, J. K.** Toyota culture: the heart and soul of the Toyota way / J. K. Liker, M. Hoseus. — New York : McGraw-Hill, 2008. — 288 p.

14. **Харитонов, Д. В.** Инструменты повышения производительности мелкосерийного наукоемкого производства предприятия научно-производственного типа / Д. В. Харитонов, В. И. Шугар, К. В. Грошев // Огнеупоры и техническая керамика. — 2015. — № 10. — С. 32–39.

15. **Синго, С.** Изучение производственной системы Тойоты / С. Синго. — М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2010. — 312 с.

**Shingo, S.** Study of the Toyota production system: from an industrial engineering viewpoint (produce what is needed, when it's needed) / S. Shingo ; translated by Andrew P. Dillon. — 1st Edition. — Portland : Productivity, Inc., 1989. — 306 p.

16. **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.

17. **Имаи, М.** Кайдзен: ключ к успеху японских компаний / М. Имаи. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2007. — 274 с.

**Imai, M.** Kaizen: the key to Japan's competitive success / M. Imai. — New York : McGraw-Hill, 1986. — 260 p.

18. **Спир, С.** Догнать зайца. Как лидеры рынка выигрывают в конкурентной борьбе и как великие компании могут их настичь / С. Спир, В. Е. Болтрукевич ; под ред. В. Е. Болтрукевича. — М. : Институт комплексных стратегических исследований, 2012. — 296 с.

**Spear, J.** Chasing the rabbit: how market leaders outdistance the competition and how great companies can catch up and win / J. Spear. — New York : McGraw-Hill, 2008. — 432 p.

19. **Исикава, К.** Японские методы управления качеством / К. Исикава. — М. : Экономика, 1988. — 199 с.

**Ishikawa, K.** What is total quality control? The Japanese way / K. Ishikawa. — New York : Prentice Hall, 1985. — 215 p.

20. **Синго, С.** Быстрая переналадка: революционная технология оптимизации производства / С. Синго. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2006. — 338 с.

**Shigeo S.** A Revolution in manufacturing: the Smed system / S. Shigeo. — Portland, Oregon : Productivity Press, 1985. — 384 p.

21. **Детмер, У.** Производство с невероятной скоростью: улучшение финансовых результатов предприятия / У. Детмер, Э. Шрагенхайм. — М. : Альпина Паблишерз, 2009. — 330 с.

**Dettmer, H. W.** Manufacturing at warp speed: optimizing supply chain financial performance / H. W. Dettmer, E. Schragenheim. — Boca Raton : CRC Press, 2000. — 376 p.

22. **Рамперсад, Х. К.** Общее управление качеством: личностные и организационные изменения / Х. К. Рамперсад ; пер. с англ. Е. Пестерова. — М. : ЗАО «Олимп-Бизнес», 2005. — 248 с.

**Rampersad, H. K.** Managing total quality: enhancing personal and company value / H. K. Rampersad. — New Delhi : Tata McGraw-Hill Publishing Company Limited, 2005. — 307 p.

23. **Масааки, И.** Гемба кайдзен: путь к снижению затрат и повышению качества / И. Масааки. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2005. — 177 с.

**Masaaki, I.** Gemba Kaizen: a commonsense, low-cost approach to management / I. Masaaki. — New York : McGraw-Hill, 1998. — 354 p.

24. Бережливое производство: синергетический подход к сокращению потерь ; под ред. В. В. Брагина. — М. : РИА «Стандарты и качество», 2007. — 272 с.

25. **Деминг, Э.** Выход из кризиса. Новая парадигма управления людьми, системами и процессами / Э. Деминг ; пер. с англ. Ю. Адлер, В. Шпер. — 3-е изд. — М. : Альпина Бизнес Букс, 2009. — 418 с.

**Deming, E. W.** Out of the crisis / E. W. Deming. — London : The MIT Press, 2000. — 522 p.

26. Lean или не Lean, вот в чем вопрос? Бережливое производство или «сосед по даче напевал»? [Электронный ресурс] — Режим доступа: <http://www.leaninfo.ru/2015/12/28/lean-ili-ne-lean-vot-v-chem-vopros-berezhlivoe-proizvodstvo-ili/>, свободный. — Загл. с экрана.

27. **Давыдова, Н.** Бережливое производство : монография / Н. Давыдова. — Ижевск : Изд-во ГОУ ВПО «УдГУ», 2012. — 138 с.

28. **Беляков, А. В.** Эволюция структуры в переделах технологии керамики / А. В. Беляков, В. С. Бакунов // Новые огнеупоры. — 2006. — № 1. — С. 56–61.

**Belyakov, A. V.** Structural evolution in ceramic technology and processing / A. V. Belyakov, V. S. Bakunov // Refractories and Industrial Ceramics. — 2006. — Vol. 47, № 1. — P. 48–52.

29. **Беляков, А. В.** Эволюция структуры в переделах технологии керамики / А. В. Беляков, В. С. Бакунов // Новые огнеупоры. — 2006. — № 2. — С. 55–62.

**Belyakov, A. V.** Structural evolution in ceramic technology and processing / A. V. Belyakov, V. S. Bakunov // Refractories and Industrial Ceramics. — 2006. — Vol. 47, Iss. 2. — P. 110–115.

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

**Belyakov, A. V.** Synergetic and quasicheical approaches in ceramic technology (A Review) / A. V. Belyakov // Glass and Ceramics. — 2003. — Vol. 60, № 9/10. — P. 274–279.

31. **Беляков, А. В.** Определение локальных уплотнений в прессовках / А. В. Беляков, А. С. Енько // Стекло и керамика. — 1999. — № 12. — С. 19–22.

**Belyakov, A. V.** Identification of local compactions in ceramics / A. V. Belyakov, A. S. Yen'ko // Glass and Ceramics. 2000. — Vol. 56, № 11/12. — P. 389–392. ■

Получено 28.08.17

© Д. В. Харитонов, А. В. Беляков, Д. А. Анашкин, 2017 г.