

## 7.6. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОРГАНИЗАЦИИ И МОНИТОРИНГА ПРОИЗВОДСТВЕННЫХ ПРОЦЕССОВ НА ПРЕДПРИЯТИИ

Мустафаева Д.Г., к.т.н., доцент, зав. сектором;  
Мустафаев М.Г., к.т.н., научный сотрудник

НПП «Экофон»

Рассмотрены методологические подходы, обеспечивающие организацию и мониторинг производственных процессов, выпуск изделий требуемого качества. Поддержание выходных параметров изделий на заданном уровне и стабилизация процесса производства осуществляются на основе всестороннего подхода к организации и мониторингу производственных процессов. Предложенные подходы позволяют обеспечить эффективное функционирование процесса организации и мониторинга производственных процессов и повысить качество изделий в целом.

Производственный процесс для качественной реализации и достижения поставленных результатов нуждается не только в организации, но и в мониторинге. За последние годы наметилась тенденция роста требований к стабильности процессов, мониторингу не только состояния производственного оборудования, но и всего производственного процесса.

Существующие средства и методы организации производства не в полной мере обеспечивают достижение требуемых параметров, оптимальное ведение производственного процесса. Неточности в производственном процессе могут приводить к значительным потерям и способствуют ужесточению требований к качеству изделий, что ведет к необоснованным издержкам производства [4, 5]. В связи с этим особую важность приобретает организация и мониторинг производственных процессов с целью обеспечения выполнения производственных требований и создания изделий высокого качества.

Применение различных методов и средств мониторинга в производственном процессе позволяет установить взаимосвязь параметров изделий с режимами производственных операций и закономерности распределения параметров в зависимости от технологических, конструктивных, эксплуатационных и других факторов. Процессы мониторинга являются целостной частью производственного процесса [3].

В системе организации производства одной из основных и первостепенных является функция мониторинга. Для обеспечения надежного функционирования системы организации производства необходимо обеспечить мониторинг и диагностирование состояния всех звеньев этой системы от режимов работы производственного оборудования до правильности выполнения всех процессов производства, которые осуществляются в реальном времени производственного цикла [1, 2]. Общая схема мони-

торинга производственного процесса при производстве изделий представлена на рис. 1.

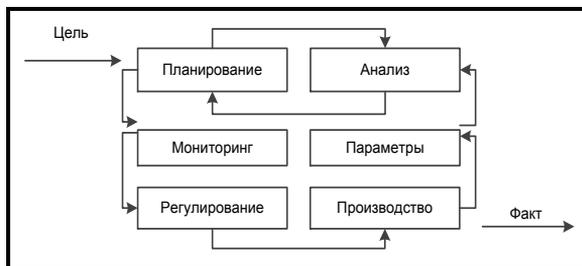


Рис. 1. Мониторинг производственного процесса

В процессе производства параметры изделий под влиянием тех или иных производственных факторов или причин часто не укладываются в заданные нормы и не соответствуют требованиям качества. Связь качества изделий и производственного процесса представлена на рис. 2.

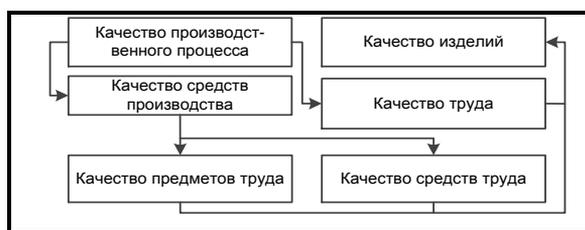


Рис. 2. Качество изделий и производственный процесс

В ходе производства изделий применяются сложные процессы, за которыми нужен систематический мониторинг [6]. Объектами мониторинга являются материалы, изделия и производственный процесс. Для мониторинга необходимо организовать сбор и регистрацию данных в процессе выполнения всех видов операций, создания единой системы обеспечения качества, установления зависимости и взаимосвязи между отдельными элементами системы, определения источников информации, способов сбора информации, меры по предотвращению отклонений характеристик процесса от установленных требований. Схема мониторинга качества материалов приведена на рис. 3.

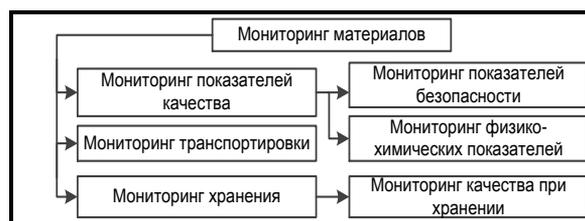


Рис. 3. Мониторинг качества материалов

К факторам, влияющим на производственный процесс, относятся производственное оборудование, условия производственной среды и квалификация персонала. Эффективность технологии зависит от технологических стадий производства и соблюдения технологических параметров. Надежность работы производственного оборудования определяется своевремен-

ной профилактикой, поверкой, техническим обслуживанием. Качество обслуживания производственного оборудования основано на подборе персонала и повышении их квалификации. Схема мониторинга качества производственного процесса приведена на рис. 4.



**Рис. 4. Мониторинга качества производственного процесса**

Качество изделий на разных этапах производства зависит от уровня мониторинга производственного процесса. Достоверность испытаний определяется градуировкой и поверкой измерительного оборудования, поверкой соответствующих методик. Для производства изделий с высокими показателями качества необходимо проводить мониторинг на всех этапах жизненного цикла. Схема мониторинга процесса производства изделий показана на рис. 5.



**Рис. 5. Мониторинга процесса производства изделий**

Организация и проведение мониторинга производственного процесса при производстве изделий позволяет обеспечить:

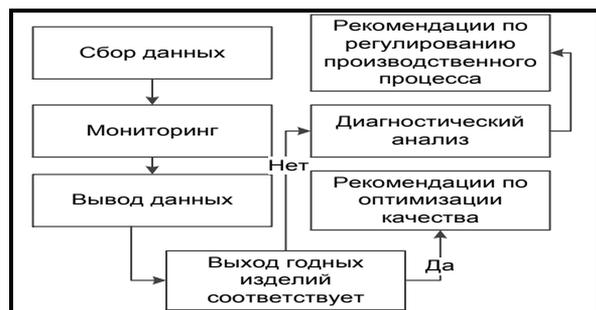
- единство решения и исполнения;
- предупреждение возможных ошибок и недоработок;
- своевременное регулирование процессов.



**Рис. 6. Система статистического анализа при мониторинге**

С помощью мониторинга не только выявляются отклонения от заданий, сформулированных в решениях, но и определяются причины этих отклонений. При анализе качества изделий целесообразно более тесная увязка уровня качества материалов, комплектующих изделий и конечной продукции. Структура системы анализа при мониторинге производственного процесса приведена на рис. 6.

Алгоритм принятия решений в условиях мониторинга производственного процесса представлен на рис. 7.



**Рис. 7. Модель принятия решений**

Производственные процессы и средства оснащения должны обеспечивать производство изделий с наименьшими затратами материальных, трудовых и энергоресурсов; повышение производительности труда и качества выпускаемой продукции, а также оптимальные условия труда.

Совершенствование производственных процессов и средств оснащения достигается за счет автоматизации управления работой оборудования, контроля качества изделий и режимов их обработки; а также стандартизации (унификации) элементов конструкций оборудования и технологической оснастки. Важным показателем совершенствования производственного процесса и организации производства является доля прироста объема продукции за счет роста производительности труда  $d_{ND}$ , которая может быть рассчитана по абсолютным и относительным данным общего прироста продукции и прироста, вызванного изменением численности работающих:

$$d_{Nd} = \frac{\Delta N_d}{\Delta N} \times 100,$$

или

$$d_{Nd} = \left(1 - \frac{\Delta R}{\Delta N}\right) \times 100,$$

где  $\Delta R$  и  $\Delta N$  – соответственно приросты численности и объема производства в отчетном периоде, %;  $\Delta N_d$  – изменение объема производства за счет изменения производительности труда, тыс. руб.

Рост производительности труда  $P_T$  определяется как сумма прироста производительности труда за счет увеличения объема изделий  $O_n$  и сокращения численности персонала  $P_n$ :

$$P_T = O_n + P_n.$$

Первое слагаемое  $O_n$  определяется повышением эффективности труда основных рабочих  $\mathcal{E}_p$  и выхода годных изделий  $B_g$ :

$$O_n = \mathcal{E}_p + B_g.$$

Прирост производительности труда за счет повышения эффективности труда основных рабочих обуславливается выполнением норм выработки и снижением трудоемкости изделий и рассчитывается из соотношения:

$$\mathcal{E}_p = \frac{O_\phi + O_p}{n_n} 10^3 - P_\phi,$$

где  $O_\phi$  – фактический объем изделий в отчетном периоде;

$O_p$  – величина резерва роста объема производства изделий за счет повышения эффективности труда основных рабочих;

$n_n$  – фактическая численность персонала;

$P_\phi$  – фактическое значение производительности труда в отчетном периоде.

Рост объема изделий за счет повышения эффективности труда основных рабочих можно рассчитать по соотношению:

$$O_p = \frac{n_p}{n_\phi},$$

где  $n_p$  – величина потенциала резервов уменьшения численности основных рабочих;

$n_\phi$  – фактическая численность основных рабочих.

Прирост производительности труда за счет повышения выхода годных определяется делением роста объема изделий за счет повышения выхода  $P_g$  на фактическую численность персонала  $n_n$ :

$$P_{ng} = \frac{P_g}{n_n} \cdot 10^3.$$

Общий прирост производительности труда за счет факторов увеличения объема производства (эффективности труда рабочих и выхода годных изделий) можно определить из выражения:

$$P_{onm} = \mathcal{E}_p + P_{ng} = \frac{(O_\phi + O_n)}{n_n} \cdot 10^3 * \\ * - P_\phi + \frac{P_g}{n_n} \cdot 10^3 = \frac{(O_\phi + O_n + P_g)}{n_n} \cdot 10^3 - P_\phi.$$

Важным элементом эффективности производства изделий является использование производственных площадей, которые в значительной степени зависят от полного использования существующих рабочих мест.

С целью эффективного использования рабочих мест проводится анализ:

- общего количества существующих рабочих мест, количества рабочих мест аттестованных и не аттестованных, количества рабочих мест нерационально используемых;
- количественной сбалансированности нормативного числа рабочих мест и трудовых ресурсов, т.е. необходимого соотношения между численностью работников и числом рабочих мест, а также качественного соответствия рабочих мест трудовым ресурсам.

Экономия по совершенствованию процессов производства рассчитывается по выражению:

$$\mathcal{E}_m = \sum (M_0 - M_1) \cdot q,$$

где  $M_0$ ,  $M_1$  – материальные затраты на единицу продукции до и после совершенствования процессов;

$q$  – объем производства продукции с момента совершенствования до отчетного периода.

Совершенствование производственных процессов и организации производства изделий можно выразить показателями:

- снижение себестоимости:

$$\Delta C = (C_1 - C_2) N_1,$$

где  $C_1$ ,  $C_2$  – себестоимость производства изделий в анализируемый период и период, предшествующий совершенствованию процессов, руб.;

$N_1$  – объем производства, в анализируемом периоде.

- снижение материальных затрат:

$$\Delta M = (M_1 - M_2) N_1,$$

где  $M_1$ ,  $M_2$  – материальные затраты на единицу продукции в анализируемом периоде и периоде, предшествующем совершенствованию процессов, руб.

Изменение структуры выпускаемой продукции существенно влияет на себестоимость, особенно при различной ее рентабельности.

Влияние этого фактора рассчитывается по выражению:

$$\mathcal{E}_{ст} = \left( \frac{\sum q_1 c_0}{\sum q_1 p_0} - \frac{\sum q_0 c_0}{\sum q_0 p_0} \right) \sum q_1 p_0,$$

где  $q_0$ ,  $q_1$  – количество изделий соответственно в базисном и отчетном периодах;

$c_0$  – себестоимость изделий по прямым затратам в базисном периоде;

$p_0$  – цена изделий в базисном периоде.

Положительный эффект дает более рациональная организация рабочих мест, лучшее использование рабочего времени, снижение материальных затрат за счет уменьшения потерь и отходов в производстве, снижение затрат на обработку сырья и материалов, а также потерь при их транспортировке и хранении.

Правильная организация планирования, учета и анализа технологических потерь должна [7] способствовать их сокращению, повышению выхода годной продукции, улучшению ее качества, росту производительности труда и снижению себестоимости продукции.

Источниками информации для проведения анализа потерь в производстве являются:

- плановые и отчетные калькуляции;
- маршрутные карты;
- конструкторские спецификации;
- отчеты о выполнении пооперационных выходов годных по изделиям, их деталям и сборочным единицам;
- журналы пооперационного учета технологических потерь и выхода годных.

В процессе анализа технологических потерь и выхода годных необходимо провести:

- оценку уровня выхода годных в целом по изделию и по отдельным технологическим операциям;
- оценку оптимальности пооперационной структуры выхода годных, обеспечивающую минимальную стоимость технологических потерь;
- оценку стабильности выходов годных изделий и отдельных технологических операций;
- определение видов технологических потерь и причин их возникновения;
- выявление степени влияния на выход годных различных факторов, в том числе человеческого.

Исходной базой для первоначальной оценки стоимости технологических потерь изделий служат отчетные калькуляции за отчетные периоды.

При оценке состояния технологических потерь исходят не только из динамики стоимости технологических потерь и выхода годных по изделиям в целом, а также учитывают изменения в пооперационной структуре выхода годных на всех этапах изготовления изделий.

Важное значение имеет использование труда, характеристиками которого являются:

- численность и состав работающих;
- структура кадров;
- квалификационный состав рабочих;
- производительность труда и ее влияние на объем производства;
- структура прироста объема продукции.

Существенное значение в производственном процессе имеет профессиональный состав и квалификация рабочих, которые должны соответствовать характеру и квалифицированному уровню выполняемых работ.

Анализ соответствия квалификационного состава рабочих квалификационному уровню выполняемых работ при производстве изделий можно проводить на основе средних тарифных разрядов рабочих и работ в производственных подразделениях.

Средние тарифные разряды можно вычислить по выражениям:

$$P_{\text{рабоч}}^c = \frac{\sum_{i=1}^n T_i a_i}{\sum_{i=1}^n T_i} \quad P_{\text{рабочих}}^c = \frac{\sum_{i=1}^n R_i a_i}{\sum_{i=1}^n R_i},$$

где  $P_{\text{рабоч}}^c$ ,  $P_{\text{рабочих}}^c$  – средние тарифные разряды работ и рабочих;

$T_i$  – трудоемкость производственной программы данного разряда, нормо-час;

$R_i$  – численность рабочих данного разряда, чел.;

$a_i$  – номер разряда;

$n$  – количество разрядов.

Если средний разряд рабочих соответствует или выше среднего разряда выполняемых работ, то процесс организации труда считается оптимальным.

Важными показателями, характеризующими производственный процесс, являются технологичность и уровень унификации изделий. Технологичность конструкций изделий можно оценивать посредством показателей, которые характеризуют:

- технологическую рациональность конструктивных решений (трудоемкость изготовления, материалоемкость, коэффициент использования материала, коэффициент применения типовых технологических процессов, коэффициент точности обработки и т.п.);
- преемственность конструкции (коэффициенты стандартизации конструкции, унификации изделия, унификации конструктивных элементов; повторяемость и др.).

Показатель уровня унификации изделий рассчитывается по выражению:

$$K_y = \frac{n_c + n_y + n_3 + n_n}{n_c + n_y + n_3 + n_n + n_o},$$

где  $n_c$  – количество стандартных деталей;

$n_y$  – количество унифицированных деталей;

$n_n$  – количество покупных единиц;

$n_3$  – количество заимствованных деталей;

$n_o$  – количество оригинальных деталей.

Коэффициент применяемости технологических операций:

$$K_T = \frac{T - T_o}{T},$$

где  $T$  – общее количество технологических (неповторяющихся) операций;

$T_o$  – количество оригинальных технологических операций.

Обобщающий показатель качества изделий можно определить на основе расчета коэффициента качества:

$$K_k = \frac{c_6 + c_d}{c_\phi},$$

где  $c_6$  – стоимость забракованных в процессе производства изделий;

$c_d$  – стоимость дефектной продукции, за которую уплачен штраф;

$c_\phi$  – фактическая себестоимость изделий, реализованных за отчетный период.

Совершенствование производственных процессов и организация производства способствуют сокращению потерь, повышению выхода годных, улучшению качества, росту производительности труда и снижению себестоимости изделий.

Реализация предложенных подходов при производстве изделий позволяет обеспечить эффективное функционирование процесса организации и мониторинга производственных процессов и повысить качество изделий в целом.

### Литература

1. Контроль состояния и диагностика машин. Мониторинг состояния оборудования опасных производств. Порядок организации [Текст] : ГОСТ Р 53563-2009. – Введ. 2011-01-01. – М. : Стандартинформ, 2010. – 8 с.

2. Системы менеджмента качества. Требования [Текст] : ГОСТ Р ИСО 9001-2008. – Введ. 2009-12-18. – М. : Стандартиформ, 2009. – 26с.
3. Гладков В. Менеджмент качества: процессный подход [Текст] / В. Гладков // Проблемы теории и практики управления. – 2008. – № 10. – С. 100-106.
4. Мустафаев М.Г. Эффективность управления технологическим процессом при создании сложных изделий [Текст] / М.Г. Мустафаев // Автоматизация и современные технологии. – 2011. – №11. – С. 34-37.
5. Мустафаев М.Г. Системный подход к обеспечению качества изделий [Текст] / М.Г. Мустафаев // Автоматизация и современные технологии. – 2007. – №1. – С. 43-45.
6. Мустафаева Д.Г. Методы контроля и повышения эффективности управления производственным процессом [Текст] / Д.Г. Мустафаева // Южно-Сибирский науч. вестн. – 2012. – №1. – С. 76-77.
7. Мустафаев М.Г. Методология и анализ при исследовании технологической системы производства изделий [Текст] / М.Г. Мустафаев, Д.Г. Мустафаева // Аудит и финансовый анализ. – 2011. – №3. – С. 360-364.

### Ключевые слова

Организация; процесс; качество; параметр; анализ; решение; эффективность; стабилизация; себестоимость; производительность; технологичность; мониторинг.

*Мустафаева Джамия Гусейновна*

*Мустафаев Марат Гусейнович*

### РЕЦЕНЗИЯ

Актуальность темы. Мониторинг производственных процессов и его результаты позволяют обеспечить повышение эффективности производства при производстве изделий и является актуальным направлением исследований.

Научная новизна и практическая значимость. В работе предложены подходы, позволяющие обеспечить эффективное функционирование процесса организации и мониторинга производственных процессов и повышение качества изделий в целом.

В работе рассмотрены возможные подходы мониторинга процессов производства с целью повышения эффективности работы предприятия и обеспечения выпуска конкурентоспособной продукции. Показана возможность достижения заданных параметров производственной системы и выпуска продукции высокого качества, эффективности производства.

Поставлены и решены задачи по реализации эффективной системы организации и мониторинга производственных процессов и его результатов, позволяющие производить выпуск продукции с требуемым набором параметров. Предлагаемые подходы позволяют при производстве изделий повысить эффективность производства в целом и повысить технико-экономические показатели предприятия.

Заключение. Статья отвечает требованиям, предъявляемым к научным публикациям. Рекомендую опубликовать статью в открытой печати.

*Козырев Е.Н., д.э.н., профессор, зав. кафедрой, Северо-Кавказский горно-металлургический институт.*