

3. Баширов Р.М., Сафин Ф.Р., Юльбердин Р.Р. Методика диагностирования и регулирования топливной аппаратуры тракторных дизелей в полевых условиях // Вестник Башкирского государственного аграрного университета. 2018. № 4(48). С. 118-123.
4. Короткий Е. О. Контрольно-регулирующие испытания топливных насосов двигателей типа КАМАЗ / Е. О. Короткий // Сборник работ выпускников факультета механизации сельского хозяйства, Ставрополь, 06–08 февраля 2017 года. – Ставрополь: Издательство "АГРУС", 2017. – С. 372-380.
5. Данило А.М. Применение присадок в топливах для автомобилей: справ. изд. / А.М. Данилов. — М.: Химия, 2000. -232 с.
6. Дрюпин П.В. Повышение долговечности плунжерных пар топливного насоса высокого давления тракторных дизельных двигателей: спец. 05.20.03: автореф. дис. на соиск. ученой степ. канд. техн. наук/ Дрюпин П.В. - Улан - Уде, 2012. - 19с.

**ОСОБЕННОСТИ РАЗРАБОТКИ И ПРИМЕНЕНИЯ
АДАПТАЦИОННЫХ МЕХАНИЗМОВ
ДЛЯ УПРАВЛЕНИЯ КАЧЕСТВОМ МЕТАЛЛОПРОДУКЦИИ**

**PECULIARITIES OF DEVELOPMENT AND APPLICATION
OF ADAPTATION MECHANISMS
TO METAL PRODUCT QUALITY MANAGEMENT**



**Полякова Марина Андреевна
Marina A. Polyakova**

Доктор технических наук, профессор,
Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова,
г. Магнитогорск

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical
University, Magnitogorsk



Голубчик Эдуард Михайлович
Eduard M. Golubchik

Доктор технических наук, профессор,
Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова,
г. Магнитогорск

Doctor of Technical Sciences, Professor,
Nosov Magnitogorsk State Technical
University, Magnitogorsk



Ширяева Елена Николаевна
Elena N. Shiryaeva

Старший преподаватель, Магнитогорский
государственный технический университет
им. Г.И. Носова, г. Магнитогорск

Senior Lecturer,
Nosov Magnitogorsk State Technical
University, Magnitogorsk



Лопатина Екатерина Витальевна
Ekaterina V. Lopatina

Аспирант, Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова,
г. Магнитогорск

Graduate student, Nosov
Magnitogorsk State Technical University,
Magnitogorsk



Трубников Никита Алексеевич
Nikita A. Trubnikov

Студент,
Магнитогорский государственный
технический университет им. Г.И. Носова,
г. Магнитогорск

Student,
Nosov Magnitogorsk State Technical
University, Magnitogorsk

В статье рассмотрены особенности металлопродукции глубокой степени переработки как результат реализации многооперационных технологических процессов. Авторами обоснована целесообразность применения адаптационных подходов для обеспечения качества таких видов продукции. Это позволит промышленному предприятию оперативно реагировать на требования потребителя по производству металлопродукции с требуемыми функциональными свойствами.

The specific features of metal ware products as a result of the implementation of multi-operational technological processes are presented in the paper. The authors substantiate the feasibility of using adaptation approaches to ensure the quality of such kinds of products. This will make it possible to the industrial enterprise quickly respond to customer requirements for the manufacturing of metal products with the required functional properties.

Ключевые слова: металлопродукция глубокой степени переработки, качество, многооперационный технологический процесс, потребитель, адаптация.

Keywords: metalware product, quality, multioperational technological process, customer, adaptation.

В металлургической отрасли все большее распространение получают производственные процессы, предусматривающие сложное многооперационное технологическое воздействие на обрабатываемое металлоизделие. Особенно это актуально для металлопродукции, имеющей глубокую степень переработки и относящейся к конечным переделам производства. Понятие «металлопродукция с глубокой степенью переработки» предполагает производство изделий с высокой добавленной стоимостью и относится, как правило, к продукции, производимой на конечных металлургических переделах (прокатному, метизному, нанесению покрытий и др.). В научно-технической литературе для анализа ряда сложных технологических процессов введено также понятие «многостадийные процессы», т.е. состоящие из ряда последовательно размещенных в пространстве и протекающих во времени производственных стадий, через которые проходят обращающиеся в процессе вещества.

В настоящее время накоплен достаточный опыт формализации представления и описания таких технологических систем. Все это, как правило, направлено на решение одной значимой проблемы – при организации производства в условиях сложной системы, либо в условиях неполноты информации осуществить выбор, обоснование и построение наиболее эффективной технологической схемы производства, обеспечивающей достижение заданного уровня качества [1-4].

Известные методы оценки уровня качества имеют ряд ограничений, обусловленных следующими причинами:

- при возникновении бракованной продукции решения по улучшению качества часто не очевидны;
- низкая эффективность принятия решений при проведении анализа сложных процессов и/или технологических систем;
- управление процессами на базе вероятностно-статистических методов не всегда корректно в условиях высокой динамики требований к объектам оценивания и отсутствия аналогов;
- применение данных инструментов не позволяет оперативно работать в режиме реального времени.

Контроль показателей качества зачастую осуществляется по прошествии определенного периода времени или до набора статистически значимого массива. Качество готовой продукции оценивается только после завершения всего производственного цикла, следовательно, принятие решений по корректировке процесса в текущем периоде иногда становится бессмысленным [3]. Одной из значимых проблем представления, описания и анализа функционирования сложных технологических систем является тот факт, что в таких системах, как правило, сосредоточено большое количество взаимосвязей между характеризующими их параметрами.

В условиях современного производства с быстроменяющейся номенклатурой потребительского спроса на высококачественную продукцию все чаще предприятия-производители сталкиваются с проблемой неполноты, ограниченности, противоречивости информации, связанной с изготовлением конкретного вида металлоизделия. Это обусловлено следующими обстоятельствами. Во-первых, зачастую заказчик не в полной мере и до конца осознает свои потребности в необходимом и достаточном уровне значений показателей качества, и при этом высказывает лишь «желательные» их значения. Во-вторых, в условиях рыночной экономики для повышения эффективности собственных производств, например, при минимизации расходных коэффициентов в процессе переработки продукции, потребитель может существенно ужесточать требования для производителя к показателям качества изделия. Причем, сам диапазон значений может превышать нормируемые стандартами значения, что, в свою очередь, вызывает необходимость изменения настройки технологического процесса. При этом информация о требуемом уровне изменения настроек для достижения заданных значений показателей качества может быть ограничена, либо полностью отсутствовать.

Кроме того, в большинстве известных методов управления показателями качества в сложных технологических системах отсутствует алгоритм принятия решений по организации производства в условиях, когда не до конца осознаны и нечетко сформулированы потребителем требования к продукции, отсутствует нормативная база на новый вид изделия, либо нормируемые потребителем показатели диссонируют с требованиями стандартов, либо технологические возможности производителя не в состоянии обеспечить в полном объеме нормируемые потребителем показатели.

Все это в совокупности сужает возможности выбора варианта построения эффективной комплексной технологической схемы производства металлопродукции глубокой степени переработки, а в отдельных случаях и оценки самой принципиальной возможности изготовления продукции с необходимым уровнем показателей качества.

Современные тенденции развития промышленных предприятий металлургической отрасли свидетельствуют о необходимости своевременного оперативного реагирования на изменения конъюнктуры и настроений рынка. Производители вынуждены постоянно подстраиваться под ужесточающиеся требования потребителей. Поэтому для усиления или, как минимум, для сохранения своих позиций в нестабильном современном рынке предприятия должны быть способны эффективно применять различные адаптационные механизмы.

Задачи, решаемые с помощью моделей адаптации на уровне предприятия, могут быть сведены к следующему [5]:

- обеспечение взаимодействия предприятия с окружающей средой (потребителями), позволяющего поддерживать и развивать показатели качества продукции на передовом уровне, необходимом для достижения целей в области политики качества;
- исследование и удовлетворению усложняющихся потребностей рынка;
- определение степени гибкости внутренних переменных и резервов предприятия и пр.

В технической литературе представлено достаточно большое многообразие принципов формирования и реализации адаптационных моделей, обобщающих все известные современной науке законы и закономерности, а также эмпирический опыт во многих сферах жизнедеятельности человека, в том числе, различных отраслях экономики и промышленности [6-9].

Одним из перспективных направлений развития адаптивных подходов к управлению в целом, и к качеству, в частности, можно считать применение принципа управления по прецедентам, который широко используется в кибернетике [10]. Отмечается, что с термином «адаптация» неразрывно связаны понятия адаптивного управления, адаптивной системы и

адаптивной модели. При этом, адаптивной считают систему, которая может приспосабливаться к изменениям внутренних и внешних условий. Данная система способна сохранять работоспособность при различных изменениях свойств управляемого объекта, целей управления или окружающей среды за счет изменения алгоритма своего функционирования, программы поведения или поиска оптимальных состояний. Под понятием управления с адаптацией (адаптивное управление) понимается управление в системе с неполной априорной информацией об управляемом процессе, которое изменяется по мере накопления информации (рисунок 1) [10]. Наконец, «адаптивной моделью системы управления объектом» авторы [10] признают такую модель, в которой в результате изменения характеристики внутренних и внешних свойств объекта происходит соответствующее изменение структуры и параметров регулятора управления с целью обеспечения стабильности функционирования объекта.



Рисунок 1 - Структура адаптивного управления

При этом для систем (объектов и процессов), плохо поддающихся формализации, а также для неуправляемых (либо слабо управляемых) объектов вводится понятие «управление по прецеденту (аналогу)» - это метод принятия решений, в котором используются знания о предыдущих ситуациях или случаях (прецедентах). Механизм реализации данного управления предполагает, что при анализе новой проблемы («текущего случая») находится похожий прецедент в качестве аналога, который можно попытаться использовать как решение возникшей проблемы, адаптировав к текущему случаю, вместо того, чтобы искать решение каждый раз сначала. После того, как текущий случай будет обработан, он вносится в базу прецедентов вместе со своим решением для его возможного последующего использования. Авторы также подчеркивают [10], что в общем случае прецедент может содержать не только положительный исход. При ограниченности знаний об объекте, либо среде, в которой он функционирует, становится сложным или даже невозможным получить точную модель поведения объекта. При этом можно иметь лишь априорную информацию о состояниях объекта управления (ОУ), управляющих воздействиях на него и о результатах этих воздействий, что, по мнению авторов, составляет основу

понятия «прецедент» – описанием проблемы, примененное решение и результат применения этого решения.

Предлагаемая структура описания прецедента для адаптивного управления объектом включает следующий набор элементов: - состояние ОУ до воздействия. Описание ОУ; - управляющее воздействие. Описание воздействия. Как частный случай рассматривается отсутствие воздействия; состояние ОУ после воздействия. Описание ОУ; - исход (положительный исход/отрицательный/спорный).

Наполнение базы прецедентов может происходить как до момента начала управления на основе априорной информации, с помощью реальных или смоделированных прецедентов, так и в процессе управления, после обработки итога управляющего воздействия. Классификация состояний ОУ может производиться, например, с привлечением экспертов. Предлагаемая схема адаптивного управления по прецедентам представлена на рисунке 2 [10].

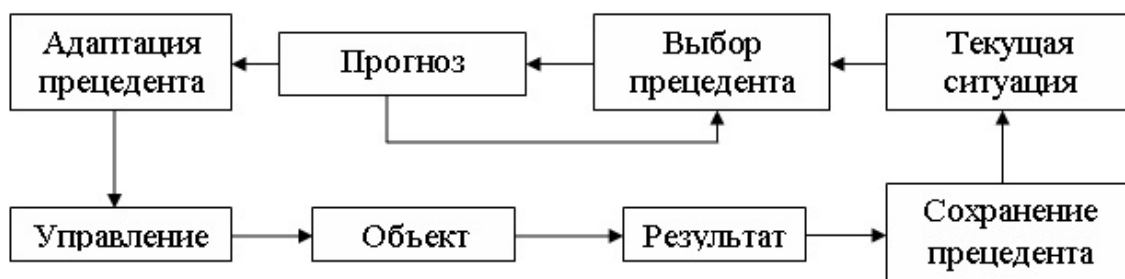


Рисунок 2 - Схема адаптивного управления по прецедентам

Подход, предложенный авторами работы [10], заключающийся в использовании метода вывода по прецедентам для адаптивного управления объектами при всей своей эффективности на сегодняшний день частично применен лишь для управления информационными системами, например, для противостояния информационным атакам, а также в сетевых технологиях. При этом практически не реализован данный подход для технологических производственных систем, например, в металлургии. Анализ научно-технической литературы свидетельствует, что, не смотря на довольно широкое распространение самого понятия «адаптация», практически отсутствуют исследования адаптационных механизмов управления показателями качества в сложных многовариантных технологических системах в металлургии в целом, и оперативного адаптивного управления качеством в технологиях производства металлопродукции глубокой степени переработки, в частности.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННЫХ ИСТОЧНИКОВ

1. Капустин Н.М. Многообъектное технологическое проектирование в распределенных производственных системах // Вестник машиностроения. - 2002. - №10. - С. 70-74.
2. Кузнецов А.В. Аддитивные критерии оценки технических объектов // Машиностроитель. - 2003. - №9. - С. 1-6.
3. Кожуховская Л.Я. Повышение качества технологических решений путем ситуационного управления процессом формирования структур в условиях многономенклатурного производства // Известия высших учебных заведений. Машиностроение. - 2003. - №7. - С. 23-29.
4. Анутов Р.М. Автоматизированный комплекс выбора рациональных производственных систем // Машиностроитель. - 2000. - №8. - С. 32-33.
5. Голубчик Э.М., Полякова М.А. Развитие адаптивных принципов управления качеством металлопродукции // Вестник Магнитогорского государственного технического университета им. Г.И. Носова. - 2024. - Т. 22. - №2. - С. 145-152.
6. Алабугин А.А. Формирование адаптационного механизма в системе управления развитием промышленных предприятий: дис.д-р. техн. наук: 08.00.05. - Челябинск: ЮУрГУ, - 2007. - 344 с.
7. Сирина Н.Ф. Методологические основы формирования адаптивных механизмов организации вагоноремонтного комплекса: дис. ... д-р техн. наук: 05.02.22. Екатеринбург: УрГУПС, - 2009. - 299 с.
8. Фомин В.Н., Фрадков А.Л., Якубович В.А. Адаптивное управление динамическими объектами. - М.: Наука. Гл. ред. физ-мат литературы. - 1981. - 448 с.
9. Скурихин В.И., Забродский В.А., Копейченко Ю.В. Адаптивные системы управления машиностроительным производством. - М. Машиностроение, 1989. - 208 с.
10. Карпов Л.Е., Юдин В.Н. Адаптивное управление по прецедентам, основанное на классификации состояний управляемых объектов // Труды Института системного программирования РАН. - 2007. - Т. 13. - Часть 2. - С. 37-57.