

**С. В. Беляев, С. А. Панов, А. Н. Романова**  
**ЭКОНОМИЧЕСКИЙ ЭФФЕКТ ВНЕДРЕНИЯ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА РАБОТЫ**  
**ВУЛКАНИЗАЦИОННОГО ОБОРУДОВАНИЯ НА АО «КОРДИАНТ - ВОСТОК»**

*Развитию отечественной шинной промышленности уделяется большое внимание, что зафиксировано в стратегии развития химического и нефтехимического комплекса на период до 2030г. В стратегии определены параметры увеличения шинной продукции на Омском шинном заводе и компании Кордиант-Восток. Решение задачи увеличения объемов выпуска автомобильных шин лежит не только в плоскости обновления технологического оборудования, но и оптимальной организации производства.*

*В статье представлены данные по увеличению экономической эффективности технологического процесса вулканизации производства автомобильных шин компании Кордиант-Восток после внедрения системы мониторинга работы технологического оборудования. В работе приведены фактические данные производительности технологического оборудования на основе мониторинга с помощью системы диспетчерского управления и сбора данных.*

*Проблематика исследования заключается, в том, что работа технологического оборудования вулканизации автомобильных шин зависит от подготовительных операций, которые выполняются для разных машин разное время. Задача обслуживающих подразделений заключается в выявлении таких машин и устранение причин замедления работы. Процесс выявления «медленного» оборудования осуществлялся в ручном режиме, т.е. путем хронометража, который является достаточно трудоемким и занимает порядка одиннадцати часов рабочего времени. Внедрение системы мониторинга вулканизационного оборудования позволило полностью устранить ручной хронометраж и фиксировать работу технологического оборудования в режиме он-лайн. Привело к повышению индекса доступности технологического оборудования и увеличению, за счет снижения не производительных простоев, общей производительности технологической линии.*

*Вследствие реализации проекта внедрения мониторинга технологического оборудования годовой выпуск продукции был увеличен на более чем 9000 автомобильных шин.*

**Ключевые слова:** вулканизация, гидропресс, мониторинг, хронометраж, SCADA система, система диспетчерского управления и сбора данных.

**Р**ейнжиниринг бизнес-процессов производственных предприятий на основе внедрения комплексных систем автоматизации позволяет значительно повысить эффективность производства продукции.

Данный тренд совпадает с процессами цифровизации экономики и связан с концепцией Индустрия 4.0 [12, с.58]. Таким образом, исследование вопросов оценки экономической эффективности применения систем автоматизации в производстве является актуальным.

В соответствии с пирамидой управления, на уровне автоматизированных систем управления технологических процессов, используются системы, называемые SCADA системы, или в российской практике, системы диспетчерского управления и сбора данных (СДУСД) [1, с.64].

Задачами СДУСД являются задачи управления технологическими процессами на основе сбора данных получаемых от датчиков и измерительных приборов [5, с. 120].

Современные SCADA системы должны обеспечивать решение следующих задач [2, с. 312]:

- визуализацию оперативной информации параметров технологического процесса;
- сбор информации с датчиков и архивирование этой информации в информационных хранилищах;
- обработку получаемой информации в реальном режиме времени;
- проведение хронометража операций технологического процесса;
- обмен информацией с другими уровнями управления производством.

Из всех функций, присущих системам диспетчерского управления, концентрированно приведенных на рисунке 1 из [5, с. 122], в данной работе рассматриваются функция мониторинга сбора и оценки данных различных параметров технологических процессов.



Рис. 1. Функциональная нагрузка SCADA систем

Согласно результатам исследования, приведенным в [4, с. 28], отечественные предприятия шинной промышленности существенно отстают по уровню производительности от своих конкурентов из других стран. Конкуренция производителей за покупательский спрос, задает тренд на внедрение шинными предприятиями инновационных технологий, обеспечивающих выпуск новой качественной, высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции. В современных условиях, когда отечественные производители шинной продукции уже имеют доступ и возможность использования новейшего технологического оборудования, повышение эффективности производства возможно за счет снижения издержек производства на основе применения систем автоматизации и высокоточных систем контроля параметров технологических процессов.

В большинстве работ рассматриваются теоретические вопросы, связанные с использованием

систем автоматизации в различных производствах шинной отрасли и достаточно мало публикаций связанных с оценкой полученной экономической эффективности. Отдельные публикации рассматривают вопросы внедрения современных программно-технических комплексов для автоматизации шинного производства. Так, например, в [3] описан опыт автоматизации планирования шинного производства на ОАО «Нижекамскшина». В работах [9,11] и других рассматриваются важные аспекты интеграции различных уровней автоматизации производства. Это объясняется тем, что интеграция уровней автоматизации приводит к синергетическому эффекту повышения эффективности производства. В таблице 1 приведены уровни автоматизации производства, агрегируемые на этих уровнях данные и особенности использования формируемых данных в целях планирования [9, 11].

Таблица 1

Уровни автоматизации производства и особенности агрегируемых данных

Уровень автоматизации	Горизонт планирования	Частота обработки	Автоматизируемые процессы	Особенности планирования	Агрегируемые данные
BI (Business intelligence)	Долгосрочный	Ежедневно	Формирование аналитической отчетности	Стратегическое планирование	Обобщенные данные производства уровня ERP, внешние рыночные данные с возможностью прогноза
ERP (Enterprise resource planning)	Год, квартал, месяц, неделя	Текущее планирование	Административно-хозяйственные процессы	Годовое планирование, включая объемное планирование производства с возможностью фиксации выходных результатов	Производственные данные уровня MES системы, данные по заказам, выполнению плана производства.
MES (Manufacturing execution system)	Неделя, смена, час	Планирование в режиме реального времени	Производственные процессы	Оперативное планирование производства с учетом различных производственных ситуаций	Данные с уровня SCADA системы, фактическое движение товарно-материальных ценностей. Данные о браке, о простоях и дефиците средств.
SCADA (Supervisory control and data acquisition)		Режим работы в реальном времени	Процесс обработки технологической информации		Данные с технологического оборудования: статистика по загрузке оборудования, по отклонениям, по доступности ресурсов

В данной работе представлен практический аспект внедрения системы мониторинга работы вулканизационного оборудования на предприятии АО «Кордиант-Восток».

Омское шинное предприятие АО «Кордиант-Восток» уже 22 года на рынке шинной отрасли [7]. В современных условиях производства, АО «Кордиант-Восток» ставит своей задачей выпуск новой качественной, высокотехнологичной и конкурентоспособной продукции. На основе проектного подхода на предприятии АО «Кордиант -

Восток» был реализован проект по разработке и внедрению мероприятий, направленных на повышение эффективности процессов производства и производительности труда.

Основой реализованного проекта было внедрение системы мониторинга работы технологического оборудования. Процесс вулканизации является самым энергоемким и ответственным в производстве шинной продукции. Получение качественной продукции зависит от работы вулканизационного оборудования и

соблюдения операций технологического процесса [6, с. 1].

В рамках проекта было произведено подключение вулканизационных гидропрессов в производственных корпусах к системе мониторинга работы оборудования SCADA системе, реализованной на базе SIMATIC WinCC V7.4 SP1[8]. Как отмечено в [10, с. 19] SCADA системы в рамках концепции Индустрия 4.0 выполняют функции формирования единого информационного пространства предприятия. С этой точки зрения, модульная и открытая архитектура SIMATIC WinCC обеспечивает различные варианты дистанционного и мобильного мониторинга промышленного оборудования [10, с. 25].

Для обеспечения производства шин в требуемом временном диапазоне и необходимом уровне визуализации SCADA система должна обеспечивать не только сбор, обработку и структурирование большого объема различных данных для формирования плана производства, как это отмечено в [3, с. 41], но и использование этих данных в управлении технологическим процессом.

Актуальность реализации проекта обуславливалась тем, что за определенный период времени два одинаковых по типу гидропресса вулканизации при выпуске одинакового размера шин выпускали разное количество единиц продукции. Тому гидропрессу, на котором было выпущено меньше продукции, присваивался статус медленной машины. Попадая в сегмент медленных, над этой машиной начинала работать ремонтная служба с целью снижения потерь рабочего цикла и повышения ее производительности.

Благодаря внедрению системы мониторинга работы оборудования, появилась возможность наблюдать за процессом вулканизации в он-лайн режиме, а также формировать отчеты по многим процессным параметрам. Это позволило улучшить контроль режимов вулканизации, оптимизировать время переводов, сократить машинное время работы гидропрессов, сократить время простоев. На рисунке 2 приведен вид экрана системы мониторинга технологического оборудования.

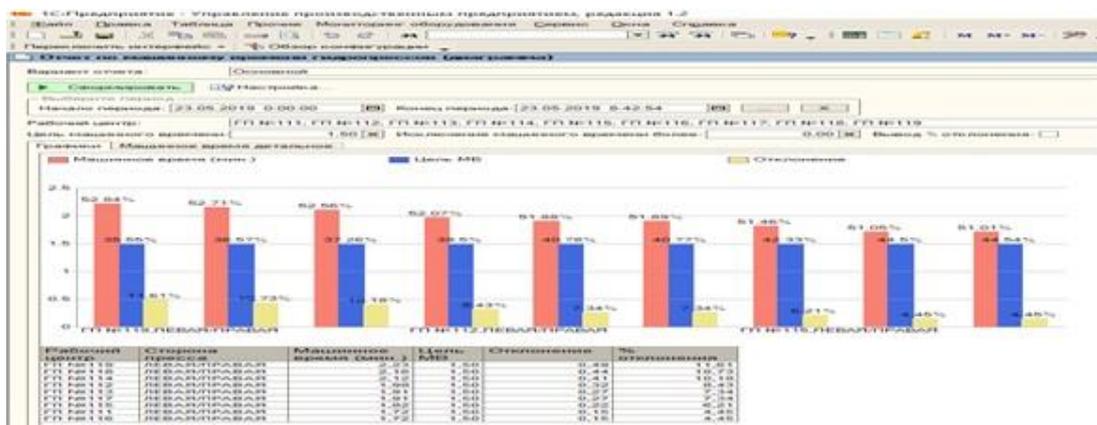


Рис. 2. Пример отображения аналитических данных на мониторе после внедрения системы мониторинга

На рисунке 3 приведен вид экрана SCADA системы мониторинга работы технологического оборудования цехов.



Рис. 3. Вид экрана системы мониторинга работы технологического оборудования

Кроме этого, внедрение мониторинга оборудования с помощью SCADA системы позволило получить экономический эффект. До внедрения системы мониторинга работы оборудования на выявление медленных машин в одном корпусе, для проведения хронометража работы гидропрессов, требовалось в среднем до 11 часов работы одного сотрудника с последующим информированием ремонтной службы, далее выявление, регулировка проблемных узлов оборудования и устранение

неисправностей, требовалось дополнительно, в среднем до 8 часов.

Общее время на данные операции составляло в среднем до 19 часов. При использовании системы мониторинга работы оборудования на основе SCADA системы, общее время, затрачиваемое на данные операции, снижено в среднем на 9 ч.30мин. На рисунках 4,5 приведены диаграммы затрат времени на проведение хронометража.

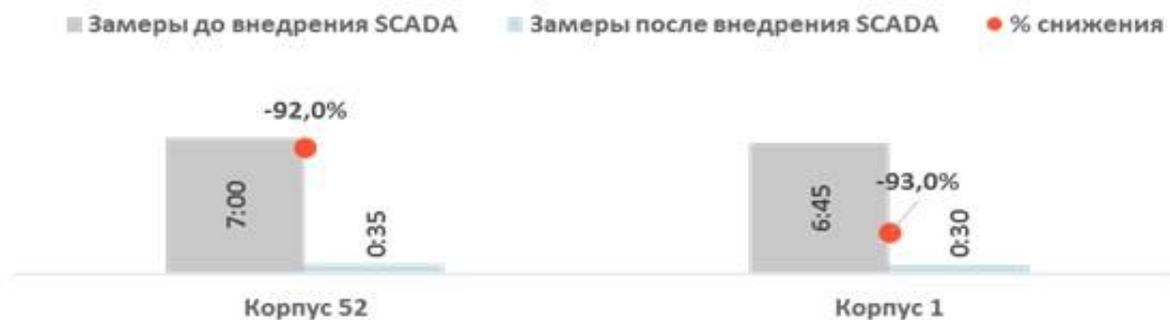


Рис. 4. Время проведение хронометража до внедрения системы и после в часах



Рис. 5. Обработка отснятых видеоматериалов, подготовка отчета в часах.

SIMATIC WinCC представляет собой масштабируемую систему визуализации процессов, обладающую мощными функциями для контроля автоматизированных процессов. WinCC характеризуется абсолютной открытостью. Она может быть использована в комбинации со стандартными и пользовательскими программами, что позволяет создавать человеко-машинные интерфейсы, точно соответствующие практическим требованиям. Благодаря открытым интерфейсам системные интеграторы, разрабатывающие программное обеспечение, могут создавать свои

собственные приложения, используя WinCC как основу для системных расширений[8]. Именно эти функциональные возможности позволили с каждой единицы оборудования получать сигнал о конкретном и последовательном действии машины с отражением временного интервала на каждую отдельную операцию и цикл в целом, точнее и быстрее получать подробный анализ работы оборудования.

В таблице 2 приведены длительности этапов проведения хронометража оборудования до и после внедрения системы мониторинга.

Таблица 2

Снижения затрат времени на проведения работ по выявлению прессов с медленным движением механизмов после внедрения системы

п/п	Наименование показателя	Длительность до внедрения	Длительность после внедрения
	2	3	4
	Проведение хронометража, час.	7	0,5
	Оцифровка материалов, подготовка отчетов, час.	4	1
	Доведение информации до ремонтных служб, час.	0,5	0,5
	Проведение работ по устранению отклонений, час.	7,5	7,5
	Длительность цикла в целом, (трудоемкость) час.	19	9,5
	Снижение длительности цикла, %	50	

Таким образом был получен экономический эффект за счет снижения трудозатрат работника, проводившего хронометраж, оцифровку отснятых материалов и подготовку отчетов.

$$\mathcal{E}_{\text{тр.мес}} = ((\text{Тр} \cdot \mathcal{Z}_{\text{час}}) - (\text{Тр}_1 \cdot \mathcal{Z}_{\text{час}})) \cdot 11 \quad (1)$$

Где:

$\mathcal{E}_{\text{тр.мес}}$  - экономия трудозатрат в месяц

$\text{Тр}$  - трудоемкость решения задачи до внедрения

$\text{Тр}_1$  - трудоемкость решения задачи после внедрения

$\mathcal{Z}_{\text{час}}$  - заработная плата сотрудника в час руб.

11 - количество циклов в месяц.

После подставления значений из таблицы 1 в формулу (1), при заработной плате сотрудника равной 203,4 рубля в час, получим, что экономия трудозатрат в месяц составит:

$$\mathcal{E}_{\text{тр.мес}} = 21255,3 \text{ руб.}$$

В годовом исчислении экономия составляет:

$$\mathcal{E}_{\text{тр.год}} = \mathcal{E}_{\text{тр.мес}} \cdot 11 \quad (2)$$

Где:

$\mathcal{E}_{\text{тр.год}}$  - экономия трудозатрат в год, руб.

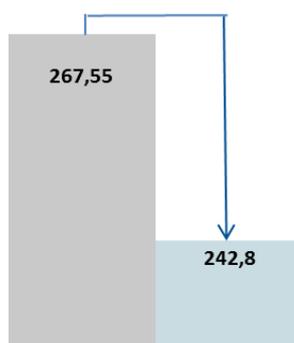
Количество рабочих месяцев предприятия в год согласно производственному календарю принята равной 11 месяцам.

Тогда с учетом (2) годовая экономия составит:

$$\mathcal{E}_{\text{тр.год}} = 233808,3 \text{ руб.}$$

Кроме снижения трудозатрат повысился индекс доступности и технологической производительности оборудования за счет снижения непродуктивного времени. Используя функциональные возможности системы SCADA, к которой было подключено технологическое оборудование, появилась возможность отслеживать работу оборудования в режиме онлайн, а также формировать отчеты по причинам простоя оборудования. Незапланированные простои оборудования - это не продуктивное время, которое снижает производительность, возможность оборудования и выпуск продукции.

Благодаря системе мониторинга появилась возможность четкой фиксации временного интервала простоя оборудования с определением конкретной причины и периодичностью возникновения. На основании статистики был определен порядок технического обслуживания и ремонта простоев, над снижением которых начала работать команда предприятия. Весь проведенный комплекс работ позволил получить положительный результат - снижение простоев.



■ 2018 г. ■ 2019 г.

Рис. 6. Снижение времени на проведение операции по замене диафрагм на гидропрессах, час

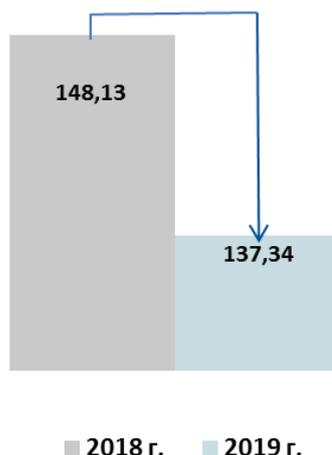


Рис. 7. Снижение времени на осуществления ремонта пресс - форм, час

Внедрение системы мониторинга работы оборудования, позволило снизить простои гидропрессов по причине «замена диафрагмы» на 9,3% (Рис. 6), а простои гидропрессов по причине

«ремонт пресс-форм» снизить на 7,3% (рис. 7), что привело к увеличению выпуска продукции на 29,7 шт. шин в сутки. Данные использованные для расчета и полученные результаты приведены в таблице 3.

Таблица 3

Расчет экономической эффективности внедрения системы мониторинга

п/п	Наименование показателя	Величина
	2	3
	Дополнительно выпускаемая продукция, шт. шин в день	29,7
	Средний маржинальный доход одной шины, руб.	948,98
	Затраты на внедрение системы SCADA, тыс. руб.	5 965
	Производственный календарь предприятия, раб. дней в год	330
	Период окупаемости проекта, утвержденный в компании, лет	1,8

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = (Z_{\text{вн}} \cdot 100 / D_{\text{мд}}) \cdot (12/100)$$

Где:

$\mathcal{E}_{\text{эф}}$  – экономическая эффективность

$Z_{\text{вн}}$  – затраты на внедрение

$D_{\text{мд}}$  – дополнительный маржинальный доход

$$D_{\text{мд}} = D_{\text{вг}} \cdot C_{\text{рмд}}$$

Где:

$D_{\text{вг}}$  – дополнительный выпуск в год

$C_{\text{рмд}}$  – средний маржинальный доход одной

шины

$$D_{\text{вг}} = D_{\text{в}} \cdot P_{\text{к}}$$

Где:

$D_{\text{в}}$  – дополнительный выпуск день

$P_{\text{к}}$  – производственный календарь на год

$$D_{\text{вг}} = 9801 \text{ шт. год}$$

$$D_{\text{мд}} = 9301 \text{ тыс. руб.}$$

$$\mathcal{E}_{\text{эф}} = 7,7 \text{ мес.}$$

Реализация проекта внедрения системы мониторинга на основе SCADA системы WinCC позволила увеличить машинное время работы

технологического оборудования и повысить производительность за единицу времени на вулканизационном оборудовании. Своевременное выявление «медленных» гидропрессов вулканизации позволяет ремонтным службам оперативно принимать меры к устранению неисправностей, проводить настройку оборудования, доводя машинное время гидропрессов с наихудшими показателями к оптимальным на однотипном оборудовании. С внедрением системы SCADA появилась возможность своевременно реагировать на проблемы с оборудованием и устранять их, что позволило повысить индекс доступности и индекс производительности оборудования.

Таким образом, в годовом выражении предприятие сможет увеличить выпуск продукции ориентировочно на 9800 шт. автопокрышек. Дополнительный выпуск продукции позволит предприятию не только окупить затраты по внедрению системы, но и получить дополнительный маржинальный доход.

**Библиографический список**

1. Аблин И. Е. Особенности использования SCADA в системах диспетчеризации и учета [Текст] / И.Е. Аблин // Рациональное управление предприятием. 2008. № 6.-С.64-67.
2. Андреева, М.М. Современные SCADA-системы в химико-технологической промышленности / М.М. Андреева, И.Л. Шагапов, Н.В. Соловьев, И.И. Нуретдинов // Вестник технологического университета. - 2015. - Т.18.-№2.-С.312-315.
3. Артемьев, С.Б. Опыт автоматизации планирования шинного производства [Текст] / С.Б. Артемьев, П.Е. Бородин, Е.В. Курьянова // Автоматизация в промышленности. - 2015.-№4.-С.41-45.
4. Иванов, Д.В. Анализ конкурентоспособности российской шинной промышленности [Текст] / Д.В. Иванов // Вестник ГГУ. - 2014. - № 21. - С. 27-30.
5. Рындина, А.С. SCADA-системы как средства автоматизирования систем управления [Текст] / А.С. Рындина // Современные тенденции развития науки и технологий. - 2016. - № 7-1. - С. 120-124.
6. Савельев, В.В. Некоторые особенности вулканизационных прессов колонного типа [Текст] / В.В. Савельев, В.Г. Подколзин // Вопросы практической технологии изготовления шин. – 2019.-№4.-С.63-70.
7. Сайт АО «Кордиант-Восток» [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://www.cordiant-vostok.ru/> (дата обращения: 17.04.2020, свободный).
8. Сайт Siemens [Электронный ресурс] - Режим доступа: <https://mall.industry.siemens.com/mall/ru/ru/Catalog/Products/9109999?tree=CatalogTree> (дата обращения: 17.04.2020, свободный).
9. Солдатов, С. Интеграция SCADA-систем и систем управления предприятием [Текст] / С. Солдатов // Современные технологии автоматизации. - 2016. - № 1.-С.91-96.
10. Соловьев, С. Современные технологии удаленного доступа к технологическим и производственным данным в SCADA-системах на примере WINCC ОА [Текст] / С. Соловьев, А. Серов // CONTROL ENGINEERING Россия.-2016.-№6(66).-С.18-25.
11. Степанов Д. Интеграция ERP и MES-систем: взгляд сверху [Текст] / Д. Степанов // Современные технологии автоматизации. - 2016. - № 2. С.108-111.
12. Тарасов, И. В. Индустрия 4.0: понятие, концепции, тенденция развития [Электронный ресурс] / И. Тарасов. // Стратегии бизнеса. 2018. №6(50).-С.57-63. - Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/industriya-4-0-ponyatie-kontseptsii-tendentsii-razvitiya> (дата обращения: 17.04.2020, свободный).

**References**

1. Ablin I.E. *Racionalnoe upravlenie predpriyatiem* [Features of using SCADA in dispatching and accounting systems]. 2008, №6, P.64-67.
2. Andreeva M.M., Shagapov I.L., Solovev N.V., Nuretdinov I.I. *Vestnik tekhnologicheskogo universiteta* [Modern SCADA systems in the chemical industry]. 2015. - V.18., №2, P.312-315.
3. Artemev S.B., Borodin P.E., Kuryanova E.V. *Avtomatizaciya v promyshlennosti* [Experience in automating tire production planning]. 2015, №4, P. 41-45.
4. Ivanov D.V. *Vestnik GGU* [Competitiveness analysis of the Russian tire industry]. 2014. № 21. P. 27-30.
5. Ryndina A.S. *Sovremennye tendencii razvitiya nauki i tekhnologij* [SCADA-systems as a means of automation of control systems]. 2016. № 7-1. P. 120-124.
6. Savelev V.V., Podkolzin V.G. *Voprosy prakticheskoy tekhnologii izgotovleniya shin* [Some features of column type vulcanization presses]. 2019. №4. P.63-70.
7. *Sajt AO «Kordiant-Vostok»* (data obrashcheniya 17.04.2020 svobodnyj).
8. *Sajt Siemens* (data obrashcheniya 17.04.2020 svobodnyj).
9. Soldatov S. *Sovremennye tekhnologii avtomatizacii* [Integration of SCADA systems and enterprise management systems]. 2016. - № 1.-P.91-96.
10. Solovev S., Serov A. *Control engineering Rossiya* [Modern technologies of remote access to technological and production data in SCADA-systems on the example of WINCC OA]. 2016.-№6 (66).-P.18-25.
11. Stepanov D. *Sovremennye tekhnologii-avtomatizacii* [Integration of ERP and MES systems: top view]. 2016. - № 2. P.108-111.
12. Tarasov I.V. *Strategii biznesa* [Industry 4.0: concept, concepts, development trend]. 2018. №6 (50).-P.57-63.

**ECONOMIC EFFECT OF IMPLEMENTATION OF THE SYSTEM OF MONITORING THE OPERATION OF VULCANIZATION-ZIONAL EQUIPMENT AT KORDIANT-VOSTOK JSC**

**Sergey V. Belyaev**

Production Director of CORDIANT - VOSTOK JSC

**Sergey A. Panov**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»

**Alena N. Romanova**

Federal State Budget Educational Institution of Higher Education «K.G. Razumovsky Moscow State University of technologies and management (the First Cossack University)»

**Abstract.** A great attention is paid to the development of the domestic tire industry, which is recorded in the development strategy of the chemical and petrochemical complex for the period up to 2030. The strategy defines the parameters for increasing tire production at the Omsk Tire Plant and Cordiant-Vostok company. The solution of the problem of increasing tire production volumes lies not only in the plane of updating technological equipment, but also in the optimal organization of production.

The article presents data on increasing the economic efficiency of the technological process of vulcanization of the production of automobile tires of the Cordiant- Vostok company after the introduction of a monitoring system for the operation of technological equipment. The paper presents the actual performance data of technological equipment based on monitoring using a supervisory control system and data collection.

The research problem lies in the fact that the operation of technological equipment for the vulcanization of car tires depends on the preparatory operations that are performed for different machines at different times. The task of the service units is to identify such machines and eliminate the causes of slowdowns. The process of identifying "slow" equipment was carried out in manual mode, i.e. by timing, which is quite laborious and takes about eleven hours of working time. The introduction of a system for monitoring vulcanization equipment made it possible to completely eliminate manual timing and record the operation of technological equipment on-line. It led to an increase in the availability index of technological equipment and an increase, due to a decrease in non-productive downtime, in the overall productivity of the production line.

Due to the implementation of the project for the monitoring of technological equipment, the annual output was increased by more than 9000 automobile tires.

**Key words:** vulcanization, hydraulic press, monitoring, timing, SCADA system, supervisory control system and data collection.

---

**Сведения об авторах:**

**Беляев Сергей Владимирович** – Директор по производству АО «Кордиант-Восток», (644021, РФ, г. Омск, ул. Б. Хмельницкого, 192).

**Панов Сергей Анатольевич** – к.т.н., доцент кафедры технологий промышленности ФГБОУ «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)» (644119, РФ, г. Омск, ул. Крупской, 1), e-mail:panov.sa@gmail.com).

**Романова Алена Николаевна** – к.э.н., доцент технологий промышленности ФГБОУ «Московский государственный университет технологий и управления им. К.Г. Разумовского (ПКУ)» (644112, РФ, г. Омск, ул. Бульвар Архитекторов, 12, корп. 1), e-mail:alenka\_romanova@mail.ru).

Статья поступила в редакцию 20.04.2020 г.