

DOI: 10.26730/1999-4125-2021-2-18-22

УДК 622.684

**К ВОПРОСУ ПРИМЕНЕНИЯ ПРИНЦИПОВ БЕРЕЖЛИВОГО ПРОИЗВОДСТВА
В ПРОЦЕССЕ РЕМОНТА ДВИГАТЕЛЕЙ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ
НА БАЗЕ ООО «БЕЛТРАНС»**

**ON APPLICATION OF LEAN PRODUCTION PRINCIPLES IN THE PROCESS OF
MINE DUMP TRUCKS ENGINES MAINTENANCE ON THE BASIS OF LLC
BELTRANS**

Дадонов Михаил Васильевич,

канд. техн. наук, e-mail: kav.ea@kuzstu.ru

Mikhail V. Dadonov, C. Sc. in Engineering, Associate Professor

Кудреватых Андрей Валерьевич,

канд. техн. наук, доцент, заведующий кафедрой

Andrey V. Kudrevatykh, C. Sc. in Engineering, associate professor, Head Department

Ащеулов Андрей Сергеевич,

канд. техн. наук, доцент, e-mail: ascheulovas@kuzstu.ru

Andrey S. Ashcheulov, C. Sc. in Engineering, associate professor

Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева, 650000, Россия,
г. Кемерово, ул. Весенняя, 28

T. F. Gorbachev Kuzbass State Technical University, 28, Vesennyaya St., Kemerovo, 650000, Russian
Federation

Аннотация:

В статье рассмотрены факторы, влияющие на эффективность производственных процессов капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания карьерных автосамосвалов в условиях ООО «Белтранс». На основе исследований каждого из факторов предложены методы по оптимизации технологического процесса капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания. Предложено разработать новые, подробные операционные технологические карты по проведению ремонта узлов и агрегатов карьерных самосвалов, благодаря которым увеличится не только качество выполняемых работ, но и снизятся затраты, связанные с ними. Выявлены существующие недостатки в функциональном взаимодействии смежных подразделений и между предприятиями. Ликвидация данных проблем приведет к значительному сокращению временных интервалов на оформление документации. Рассмотрена возможность и целесообразность применения в процессе совершенствования производственных процессов принципов бережливого производства. Обозначены пути снижения издержек и потерь в производстве.

Ключевые слова: бережливое производство, карьерный самосвал, капитальный ремонт, двигатель внутреннего сгорания, угольное предприятие, межремонтный ресурс.

Abstract:

The article discusses the factors, affecting the efficiency of overhaul production processes performed on mine dump truck internal combustion engines at LLC Beltrans. Having studied each factor, we propose the methods to optimize the technological process of overhaul on internal combustion engines. It is proposed to develop new, detailed operational flow charts for the overhaul of components and units of mine dump trucks, due to which not only the quality of the performed work will increase, but also the costs associated with them will decrease. The existing shortcomings in the functional interaction of related departments and between enterprises are identified. Elimination of these problems will lead to significant reduction in time intervals for paperwork. The possibility and expediency of lean production application during the process of production processes improvement have been considered. The ways to reduce costs and losses in production are given.

Key words: lean production, mine dump truck, overhaul, internal combustion engine, coal enterprise, time between overhaul.

Любое горнодобывающее производство включает в себя ряд последовательно выполняемых технологических процессов, а наиболее существенным среди них считается транспортирование. Самым распространенным, но в то же время самым затратным является карьерный автомобильный транспорт. Стоимость его использования оказывает существенное влияние на себестоимость всего процесса добычи полезных ископаемых, особенно открытым (карьерным) способом. Производственные предприятия и подразделения, осуществляющие техническое обслуживание и ремонт карьерных автосамосвалов, а также их агрегатов и систем, должны постоянно решать две задачи – снижение затрат на обслуживание и ремонт и повышение межремонтного ресурса. [1, 2, 3, 4, 5]

Фактически решение этих задач напрямую связано с совершенствованием производственных процессов и хорошо укладывается в концепцию бережливого производства, ведь основополагающим принципом бережливого производства является минимизация всех потерь, т.е. снижение производственных издержек при наращивании объемов производства и повышении качества выполняемых работ [6, 7, 8, 9, 10].

ООО «Белтранс» состоит в группе предприятий горнодобывающей компании АО «Стройсервис» и осуществляет обслуживание и ремонт технологического транспорта, а также отдельных агрегатов горных машин угледобывающих предприятий компании [11, 12]. Одним из наиболее востребованных видов деятельности ООО «Белтранс» является капитальный ремонт двигателей внутреннего сгорания.

В год на базе предприятия капитальному ремонту подвергаются порядка 37 единиц двигателей автосамосвалов основных моделей. При этом почти половина всех ремонтов приходится на двигатели модели КТТА-19, используемые на самосвалах марки БелАЗ-7555.

Анализ производственного процесса капитального ремонта двигателей на базе ООО «Белтранс» позволил выделить 5 групп основных факторов, влияющих на эффективность сложившейся системы производства [11, 12]. К ним относятся:

1. Наличие, состав и актуальность нормативно-технической документации, касающейся технологического процесса капитального ремонта двигателей горных машин.

2. Штат и квалификация ремонтных рабочих в моторном участке предприятия.

3. Укомплектованность подразделения оборудованием и инструментом, а также уровень механизации работ.

4. Качество функционального взаимодействия со смежными подразделениями и предприятиями, т.е. клиентами, поставщиками, аутсорсерами.

5. Качество технологических связей и оптимальная планировка производственных зон.

Работа с первой группой факторов позволяет систематизировать все процессы и связи, оказывающие влияние на гарантированный результат и средства его достижения.

Нормативно-техническая документация в зависимости от места в технологическом процессе должна описывать и регламентировать:

- все аспекты организации работ;
- технологию работ и нормы выработки;
- контроль качества, гарантийные условия и обязательства, порядок учета рекламаций;
- взаимодействие с другими подразделениями и отделами предприятия, клиентами, поставщиками и аутсорсерами.

Имеющаяся на предприятии нормативно-техническая документация достаточно полно описывает бизнес-процессы, связанные с организацией работ, движением и учетом товарно-материальных ценностей, вертикальными и горизонтальными функциональными и аппаратными связями, взаимодействием с заказчиками и поставщиками.

Особенно перспективным видится разработка в подразделении подробных операционных технологических карт на все виды работ по всем техническим объектам воздействия. Это позволит в перспективе:

- снизить требования к квалификации ремонтного персонала;
- упростить планирование работ и распределение трудовых и материальных ресурсов;
- оптимизировать количество производственных материальных запасов;
- оптимизировать время производственных циклов;
- повысить эффективность применения инструментов и оборудования;
- упростить контроль качества работ на всех этапах производства.

Вторая группа факторов определяет эффективность использования трудовых ресурсов. Штатное расписание ремонтного персонала на предприятии определено и укомплектовано. Однако заказы на ремонт двигателей поступают неравномерно (Рис.1), что приводит в отдельные периоды к нехватке ремонтного персонала, а в другое время к его избытку. [11, 12]

Неравномерность нагрузки на участок по ремонту двигателей внутреннего сгорания делает

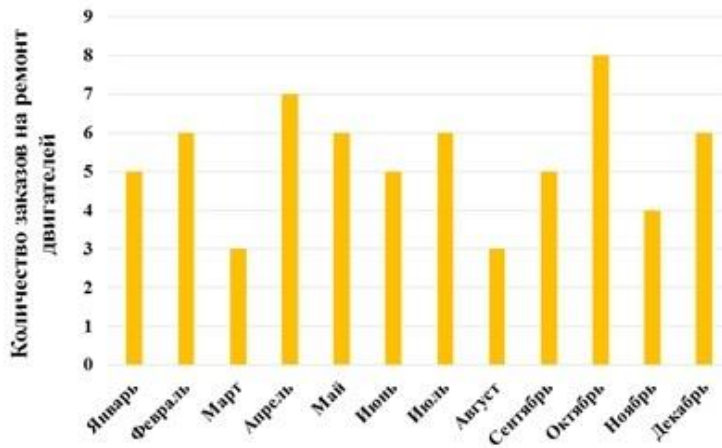


Рис. 1. Распределение количества заказов на ремонт двигателей за 2019 год

Fig. 1. Distribution of the number of orders for engine repair in 2019

определение необходимого количества ремонтного персонала по среднему или среднему годовому объему производства нерациональным. Как уже отмечалось, в нагруженные месяцы это приведет к неоправданному повышению времени выполнения заказа, а в ненагруженные месяцы к снижению выработки.

Как видно из диаграммы, представленной на рис. 1, какой-то системной зависимости количества заказов на ремонт

двигателей внутреннего сгорания от определенного месяца не существует. Это объясняется различной наработкой каждого из карьерных самосвалов, а также другими невязанными факторами, такими как различная эксплуатация, водители с не одинаковым опытом управления карьерной техникой, неравномерным износом деталей и узлов техники.

От третьей группы факторов зависит общий уровень механизации производственного подразделения и, как результат, качество, точность и время выполнения различных технологических операций. Кроме того, некоторые виды работ, например, по восстановлению шеек коленчатых валов или ремонту головок блока цилиндров, требуют специализированного дорогостоящего оборудования и квалифицированного персонала. Поэтому эти работы для предприятия выполняют компании-аутсорсеры, имеющие в своем составе все необходимое. Для определения оптимального баланса между собственными производственными мощностями и компаниями-аутсорсерами необходимы технико-экономические расчеты и обоснования. Вместе с тем специфика работ по ремонту двигателей внутреннего сгорания предполагает использование большого количества специального инструмента и приспособлений. ООО «Белтранс» самостоятельно изготавливает многие из них. Примеры некоторых приспособлений представлены на рисунках 2 и 3.

Четвертая группа факторов показывает, насколько качественно сформированы функциональные связи со смежными подразделениями и предприятиями. Разработка мероприятий в рамках четвертой



Рис. 2. Приспособление для демонтажа гильз цилиндра

Fig. 2. Tool for removing cylinder liners

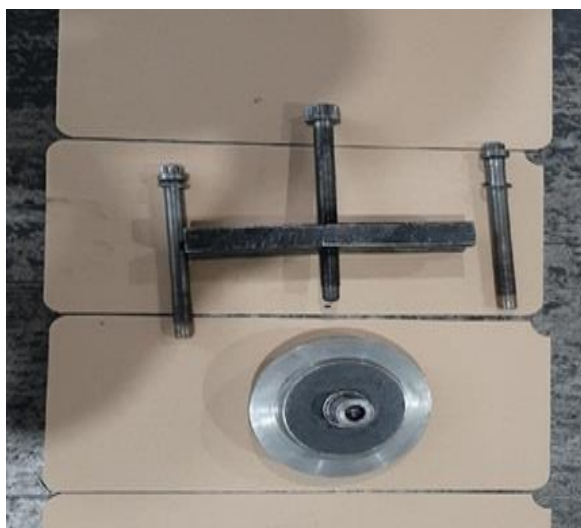


Рис. 3. Приспособление для запрессовки гильз цилиндра

Fig. 3. Tool for pressing cylinder liners

группы должна быть направлена прежде всего на минимизацию времени сообщения в процессе взаимодействия, в том числе на мероприятия в области транспортной и складской логистики.

Пятая группа факторов предполагает оптимизацию планировочных решений производственной зоны, а именно рациональное размещение рабочих мест и оборудования вплоть до ручного инструмента. Цель такой оптимизации состоит в минимизации затрат времени на поиск инструмента и подготовительно-заключительные работы и в снижении операционного времени технологических операций.

Таким образом, технологический процесс ремонта двигателей внутреннего сгорания в условиях ООО «Белтранс» имеет значительные резервы для дальнейшего развития и оптимизации. Проведенный анализ технологического процесса

капитального ремонта двигателей внутреннего сгорания карьерных самосвалов БелАЗ выявил 5 основных групп факторов, оказывающих влияние на эффективность процесса. При этом на предприятии проводятся мероприятия по снижению некоторых из них, а часть пытаются оптимизировать. Но этого недостаточно, односторонний подход не оправдывает себя, так как необходимо вырабатывать системный подход для увеличения производительности всего предприятия в целом. Целенаправленная работа по снижению издержек и исключению из производства непроизводительных (паразитных) процессов должна производиться посредством применения принципов и использования методов бережливого производства.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Kudrevatykh A., Ashcheulov A., Ashcheulova A., Karnadud O., Rattmann L. Actual Technical Condition Assessment of a Motor-Wheel Gear of A Dump Truck Belaz Based on the Operating Oil Parameters // E3S Web of Conferences IVth International Innovative Mining Symposium, 2019, 105, 03021.
2. Фурман А.С. Исследование транспортного процесса карьерных автосамосвалов / А.С. Фурман, А.А., Г.Д. Буялич // Горное оборудование и электромеханика. – № 5. – 2017. – С. 40-42.
3. Stenin D., Stenina N., Dependence of reliability and resource of the elements of the design of quarry automatics with the degrees of their downloads, E3S Web of Conferences, 23. 03002 (2017).
4. Stenin D.V. Influence of service conditions of quarry dump trucks on the thermal state large-size tires / D.V. Stenin, A.G. Kulpin, Evgeniy E. Kultayev, E.E. Kulpina, Valeriy A. Borovtsov // Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety, 2016. – С. 116-119.
5. Stenin, D.V. Evaluation of the open pit vehicles loading influence on the reliability of motor-wheel reducers / D.V. Stenin, N.A. Stenina, A.A. Bakanov // Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety, 2016. – С. 256-260.
6. Васильев В.Л., Седов С.А., Устюжина О.Н. Бережливое производство как метод повышения экономической безопасности предприятий и организаций // Интернет-журнал «НАУКОВЕДЕНИЕ» Том 7, 100 №5 (2015) / [электронный ресурс] – режим доступа. – <http://naukovedenie.ru/PDF/33EVN5>.
7. Вумек, Джонс. Бережливое производство: как избавиться от потерь и добиться процветания вашей компании: пер. с англ./Вумек Джеймс, Джонс Дэниел. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2004. – 473 с.
8. Захаров О.Б. Бережливое производство как инструмент повышения операционной эффективности / О.Б. Захаров // Сертификация. – 2016. – № 2. – С.14-19.
9. Михальченко В.В. Обоснование необходимости реинжиниринга производственных систем угледобычи // Вестник КузГТУ. – 2015. – № 5. – С. 211-221.
10. Михальченко В.В. Реинжиниринг производственных систем угледобычи на принципах «бережливого производства» / В.В. Михальченко // Вестник КузГТУ. – 2016. – №5. – С. 154-166.
11. Дадонов М.В. Оценка технологического процесса ремонта двигателей внутреннего сгорания в условиях ООО «Белтранс» / Дадонов М.В, Алексеев В.А., Алексеев М.А., // Сборник материалов XII Всерос. научно-практической конференции молодых ученых «Россия молодая», 21-24 апр. 2019 г., Кемерово, 2020 [Электронный ресурс] // Режим доступа: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2020/RM20/pages/Articles/52501.pdf>
12. Dadonov M., Kulpin A., Ostanin O., Suleimenov E. Distribution of static normal reactions to wheels of open-pit dump trucks depending on the longitudinal and cross sections of the open-pit road // E3S Web of Conferences. International Innovative Mining Symposium. 2019, Vol. 105, 03009.
13. Kosolapov A., Krysin S., The Raising Influence of Information Technologies on Professional Training in the Sphere of Automated Driving When Transporting Mined Rock, E3S Web of Conferences 21, 03012 (2017).
14. Zhironkin S.A. Economic and technological role of Kuzbass industry in the implementation of national energy strategy of Russian Federation / S.A. Zhironkin, G.A. Barysheva, A.A. Khoreshok, M.A. Tyulenev, M.C. Hellmer // Innovative Technologies in Engineering, 2016. – С. 12127.

15. Комплексная оценка технического уровня механического оборудования карьеров / Ю.Е. Воронов, А.В. Косолапов, А.Ю. Воронов, В.Г. Ромашко, А.Ю. Воронов // Горное оборудование и электромеханика. – 2019. – №4. – С. 26-33.

REFERENCES

1. Kudrevatykh A., Ashcheulov A., Ashcheulova A., Karnadud O., Rattmann L. Actual Technical Condition Assessment of a Motor-Wheel Gear of A Dump Truck Belaz Based on the Operating Oil Parameters // E3S Web of Conferences IVth International Innovative Mining Symposium, 2019, 105, 03021.
2. Furman A.S. Investigation of the transport process of dump trucks / A.S. Furman, A.A., G.D. Buyalich // Mining equipment and electromechanics. – No. 5. – 2017. – P. 40-42.
3. Stenin D., Stenina N., Dependence of reliability and resource of the elements of the design of quarry automatics with the degrees of their downloads, E3S Web of Conferences, 23. 03002 (2017).
4. Stenin D.V. Influence of service conditions of quarry dump trucks on the thermal state large-size tires / D.V. Stenin, A.G. Kulpin, Evgeniy E. Kultayev, E.E. Kulpina, Valeriy A. Borovtsov // Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety, 2016. – С. 116-119.
5. Stenin, D.V. Evaluation of the open pit vehicles loading influence on the reliability of motor-wheel reducers / D.V. Stenin, N.A. Stenina, A.A. Bakanov // Coal in the 21st Century: Mining, Processing and Safety, 2016. – С. 256-260.
6. Vasiliev V.L., Sedov S.A., Ustyuzhina O.N. Lean production as a method to increase the economic security of enterprises and organizations // Scientific Research Internet magazine Volume 7, 100 №5 (2015) / [electronic resource] – access mode. – <http://naukovedenie.ru/PDF/33EVN5>
7. Wumek, Jones. Lean Production: How to Get Rid of Waste and Make Your Company Prosper. Translation from English / Wumek James, Jones Daniel. -M.: Alpina Business Books, 2004. – 473 p.
8. Zakharov O.B. Lean production as a tool for increasing operational efficiency / O.B. Zakharov // Certification. – 2016. – No. 2. – Pp.14-19.
9. Mikhailchenko V.V. Justification of necessity for reengineering of coal production systems // Bulletin of KuzSTU. – 2015. – No 5. – Pp. 211-221.
10. Mikhailchenko V.V. Reengineering of coal production systems based on the principles of "lean production" / V.V. Mikhailchenko // Bulletin of KuzSTU. – 2016. – No. 5. – P. 154-166.
11. Dadonov M.V. Evaluation of the technological process of internal combustion engines maintenance at LLC «Beltrans» / Dadonov M.V., Alekseev V.A., Alekseev M.A., // Collection of materials XII All-Russian scientific-practical conference of young scientists "Young Russia", April 21-24. 2019, Kemerovo, 2020 [Electronic resource] // Access mode: <http://science.kuzstu.ru/wp-content/Events/Conference/RM/2020/RM20/pages/Articles/52501.pdf>
12. Dadonov M., Kulpin A., Ostanin O., Suleimenov E. Distribution of static normal reactions to wheels of open-pit dump trucks depending on the longitudinal and cross sections of the open-pit road // E3S Web of Conferences. International Innovative Mining Symposium. 2019, Vol. 105, 03009
13. Kosolapov A., Krysin S., The Raising Influence of Information Technologies on Professional Training in the Sphere of Automated Driving When Transporting Mined Rock, E3S Web of Conferences 21, 03012 (2017).
14. Zhironkin S.A. Economic and technological role of Kuzbass industry in the implementation of national energy strategy of Russian Federation / S.A. Zhironkin, G.A. Barysheva, A.A. Khoreshok, M.A. Tyulenev, M.C. Hellmer // Innovative Technologies in Engineering, 2016. – С. 12127.
15. Complex assessment of technical level of mechanical equipment in open pits / Yu.E. Voronov, A.V. Kosolapov, A. Yu. Voronov, V.G. Romashko // Mining equipment and electromechanics. – 2019. – No. 4. – P. 26-33.

Поступило в редакцию 06.03.2021

Received 06 March 2021