



**ОЦЕНКА РЕЗЕРВОВ КАЛЕНДАРНОГО ФОНДА ВРЕМЕНИ  
ЭКСКАВАТОРНОГО ПАРКА КУЗБАССА**

**М. Ю. Дрыгин**

*Кузбасский государственный технический университет им. Т. Ф. Горбачева,  
E-mail: mike.drygin@gmail.com, ул. Весенняя 28, г. Кемерово 65000, Россия*

Показано, что резерв увеличения добычи заключается в повышении производительности основных технологических машин, работающих на угольных разрезах Кузбасса. Анализ данных показал, что у экскаваторного парка имеется значительное количество собственных временных резервов. Даже с учетом коэффициента технического использования завода-изготовителя недоиспользование фонда времени составляет более 8.2–10.2 %, недоиспользование гарантированной производительности (смена-сутки) — 75–77 % в краткосрочном и не менее 58–60 % в долгосрочном периодах (неделя и более).

*Экскаватор, календарный фонд времени, производительность, резервы, простои*

**EVALUATION OF RESERVES OF CALENDAR LABOR TIME FUND  
OF KUZBASS EXCAVATOR FLEET**

**M. Yu. Drygin**

*Gorbachev Kuzbass State Technical University,  
E-mail: mike.drygin@gmail.com, ul. Vesennyyaya 28, Kemerovo 65000, Russia*

It is shown that the reserve for increasing production consists in increasing the capacity of the main production machines operating in the coal mines of Kuzbass. Analysis of the data showed that the excavator fleet has a significant amount of its own time reserves. For a fleet of excavators with high performance requirements, even taking into account the manufacturer's technical utilization rate, the underutilization of the time fund is more than 8.2–10.2 %, the underutilization of the guaranteed productivity (shift-day) is 75–77 % in the short term and not less than 58–60 % in the long term (a week or more).

*Excavator, calendar labor time fund, productivity, reserves, downtime*

Значительные объемы добычи угля в Кузбассе выполняются открытым способом, а экскаваторы, находясь в начале технологической цепи, являются основными механизмами, большая часть из которых — с истекшим сроком службы [1]. В реалиях нового витка экономического кризиса обновление экскаваторного парка становится практически невыполнимой задачей, что в целом влияет на его суммарную производительность. Модернизация остается не менее сложной задачей, а годовая производительность экскаваторов ввиду увеличения времени простоев и низкой эффективности их использования, падает [2]. В сложившейся ситуации важнейшим направлением сохранения и дальнейшего развития угольной промышленности является повышение эффективности использования существующего парка оборудования.

Эксплуатационная производительность парка зависит от использования машины по времени с учетом неизбежных в процессе работы простоев (техническое обслуживание, простои по

организационным причинам, передвижка машин, подготовка забоя и т. п.). Выявление ее резервов — одна из приоритетных задач. Устранение факторов, снижающих эксплуатационную производительность, хотя и не является простой в реализации задачей, однако, как правило, не требует дополнительных затрат, а лишь наладки взаимодействия и качества работы служб.

Существующие исследования по данному вопросу, выполненные в позапрошлом десятилетии и ранее, представляют данные со значительным коридором значений. Так, анализ времени фактической работы экскаватора, по данным исследований НИИОГР (научно-исследовательский институт открытых горных работ) г. Челябинска, указывает на то, что реальное время работы экскаватора типа ЭКГ-8и с технически возможной производительностью составляет в среднем 730 ч в год, а максимальное значение не превышает 2660 ч год, т. е. отличие между значениями составляет 3.64 раза [3]. При этом в среднем на работу с технически возможной производительностью экскаватор тратит менее 10 % календарного фонда времени, в лучшем случае данный показатель достигает 46 %. Анализ работы парка России и СНГ показывает, что производительное время работы составляет 15–19 %, а непроизводительное 25–31 %, простои в ремонте — 39–52 % [4].

Следует отметить, что эффективность использования рабочего времени экскаваторов в зависимости от размера периода учета распределяется неравномерно. Общая тенденция направлена на повышение неэффективного использования времени с увеличением периода учета. Так, работа с максимально возможной производительностью для экскаватора ЭКГ-8 и в среднем составляет 50 % времени за 1 ч, в смену не превышает 33 %, в неделю — 17%, в месяц — 12 % и в год — 8 % (рис. 1) [3, 5, 6]. Следовательно краткосрочный хронометраж не позволит выявить значимых проблем эффективности использования парка. Лишь долгосрочный анализ позволит установить реальные причины простоев. На эффективность работы экскаватора внутри смены влияют в основном факторы горных работ (качество забоя, цикличность автотранспорта и т. д.), что подтверждается стабильностью данных за смену и сутки (сюда включаются факторы взаимодействия бригад при передаче смены, межсменное техническое обслуживание и т. п.), а в периоде недели, месяца и более начинают возникать факторы ремонта, переключения к питающей сети, перегонов, более явно отражаются погодноклиматические и другие факторы.

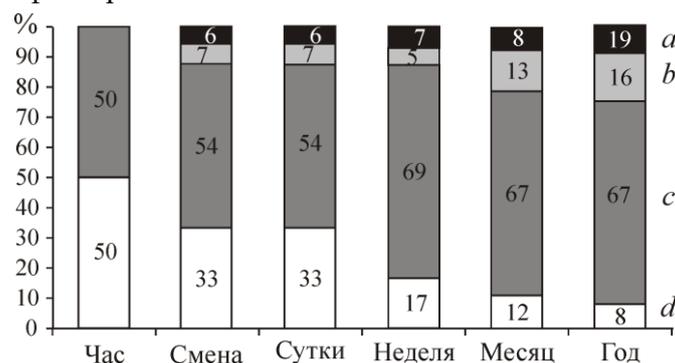


Рис. 1. Затраты времени ЭКГ-8и в различном масштабе времени: *a* — затраты времени на техническое обслуживание и плановый ремонт; *b* — затраты времени на организационно-технологическую подготовку (БВР, перегон, переключение и т. д.); *c* — затраты времени на нецелесообразную работу (повторный цикл с целью наполнения ковша, перевалка в рамках одного забоя и т. д.) и простои; *d* — работа с максимально возможной производительностью

Для выработки стратегии повышения эффективности использования существующих ресурсов парка в течение пяти лет (с 1 февраля 2012 г. по 31 декабря 2016 г.) осуществлялся независимый учет времени работы оборудования на разрезе “Виноградовский” (ПАО “Кузбасская

топливная компания”), включающий пять экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70, ЭШ-13/50 и восемь экскаваторов ЭКГ-5а, который показал следующие результаты. Из общего времени работы экскаваторов ЭШ (178 537.5 ч) 75 % времени (134 587 ч) отгружали горную массу, а 25 % (439 50.5 ч) простаивали. Экскаваторы ЭКГ из общего времени работы (29 9621 ч) отгружали горную массу 12 6461.7 ч (42 %), 173 159.3 ч (58 %) простаивали. Экскаваторы ЭШ и ЭКГ в среднем за пять лет простаивали 25 и 58 % календарного фонда времени, причем учет затрагивал только простои, превышающие 60 мин, исключая кратковременные, что указывает на наличие значительных временных резервных ресурсов парка.

Простои парка ЭКГ также обусловлены плановым выводением данного типа оборудования из эксплуатации по причине введения новых экскаваторов Р&Н-2300. Это способствовало получению переизбытка добычных мощностей, с которым боролись первичной постановкой оборудования в “резерв” и последующим списанием. Поскольку на данном предприятии был налажен постоянный контроль технического состояния экскаваторов, можно утверждать, что под списание подавались машины, техническое состояние которых было не только работоспособным, но и фактически аналогичным тем единицам, которые выполняли свою функцию на протяжении еще нескольких лет.

В представленном анализе все простои разделены на производственные и непроизводственные (большинство непроизводственных простоев не учитывается в стандартной статистике по причинам исключения данных простоев за счет снижения плана). К производственным отнесены все простои экскаваторного парка, которые происходили в то время, когда была необходимость отгружать горную массу (ремонтные, климатические, организационные и т. п.). Непроизводственные простои являются прямым следствием отсутствия необходимости в работе оборудования и не связаны с какими-либо производственными факторами (резерв, дежурство, консервация, списание и т. п.).

Для экскаваторов ЭШ производственные простои составили 98 %, непроизводственные — 2 % (816.5 ч) общего времени простоев, для ЭКГ — 41 и 59 % (101 925 ч) соответственно. Общее время непроизводственных простоев экскаваторов на предприятии составило 102 741.5 ч. При этом непроизводственные простои распределились следующим образом: 1 % времени парк ЭШ находился в резерве, т. е. налицо явная организационная проблема — нехватка карьерных самосвалов для погрузки внутри смены, и 99 % — в дежурстве (аналогичная проблема, но уже запланированная в масштабе смены). ЭКГ — 1 % времени находился в дежурстве, 13 % — в резерве, 28 % — в консервации и 58 % — в процессе списания, при котором экскаватор фактически комплектен и работоспособен, но при этом проходит процедуру вывода из эксплуатации предприятием. Исходя из того, что за период исследований предприятие наращивало объемы добычи и ежегодно выполняло плановые показатели, изложенное указывает на низкую загрузку оборудования — 102 741.5 ч времени, исследуемый парк экскаваторов был работоспособен, но не востребован, что является признаком явного переизбытка мощностей на предприятии, с которым боролись посредством списания. В то же время следует отметить, что проведенный анализ времени работы и производительности двух представительных групп показал, что со снижением требований производительности к группе (ввиду подготовки к списанию) ее фактическая производительность падала. Из рис. 2 видно, что производительность парка ЭКГ на протяжении пяти лет наблюдений ежегодно уменьшается, как и время работы с максимально возможной производительностью. Однако при приведении производительности к единому времени работы, т. е. если бы группа экскаваторов работала весь календарный фонд времени, падение приведенной производительности значительно менее явно выражено несмотря на тенденцию к снижению производительности в последние четыре года [7].

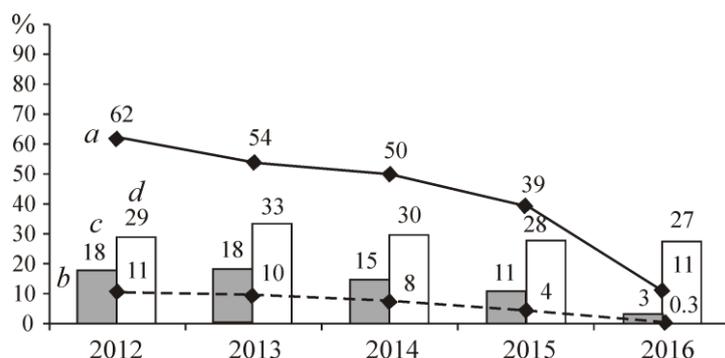


Рис. 2. Временя работы и производительности для экскаваторов ЭКГ-5а: *a* — общее время работы; *b* — время работы с максимально возможной производительностью; *c* — фактическая производительность; *d* — приведенная производительность

В свою очередь, факт снижения производительности никак не связан с его техническим состоянием. Постоянный мониторинг показывал, что обе группы машин ЭШ и ЭКГ находятся примерно в одинаковом техническом состоянии, обладают примерно близким количеством дефектов и степенью изношенности, а их аварийность происходила не столько вследствие наличия дефектов, сколько их несвоевременного устранения. Так, за время работы оборудования аварийность в парке экскаваторов ЭКГ, планомерно выводимых из эксплуатации и утилизируемых, была ниже, чем в группе ЭШ, работа которой нацелена на достижение максимально возможной производительности (рис. 3). На основании изложенного можно утверждать, что фактическая аварийность в рамках действующей системы технического обслуживания и ремонта (ТОиР) не зависит от задач, которые ставятся перед конкретной машиной или группой машин по причинам фактического отсутствия работоспособных механизмов расстановки приоритетов ТОиР применительно к конкретным единицам.

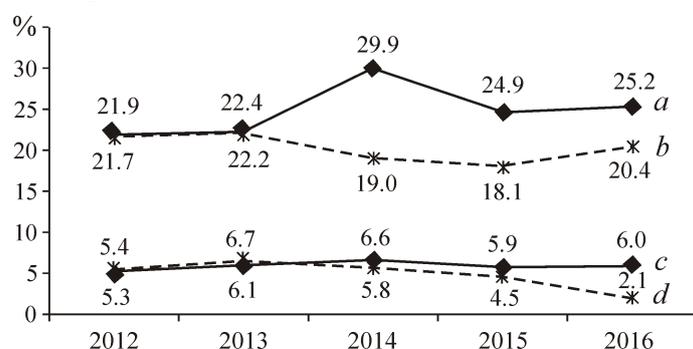


Рис. 3. Доля аварийного ремонта в календарном фонде времени и во времени производственных простоев экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70, ЭШ-13/50 и ЭКГ-5а: *a* — доля аварийного ремонта во времени производственных простоев экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70, ЭШ-13/50; *b* — доля аварийного ремонта во времени производственных простоев экскаваторов ЭКГ-5а; *c* — доля аварийного ремонта в календарном фонде времени экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70, ЭШ-13/50; *d* — доля аварийного ремонта в календарном фонде времени экскаваторов ЭКГ-5а

На рис. 4, где представлена динамика времени работы и производительности для группы ЭШ, видно, что использование календарного фонда времени колеблется от 72 до 77% при гарантированном коэффициенте технического использования 0.835, т. е. недоиспользовании фонда более чем на 8.2–10.2% по времени [8]. И это при том, что данный парк является ведущим для разреза, находится на особом контроле, работает на вскрыше и, как следствие, задает производительность всей системы. Время работы парка с максимально возможной производительностью находилось в пределах 22–25% времени, т. е. имелось 75–77% запаса недоиспользования гарантированной производительности (смена – сутки) в краткосрочном периоде

и не менее 58–60% с учетом коэффициента технического использования в долгосрочном (неделя и более).

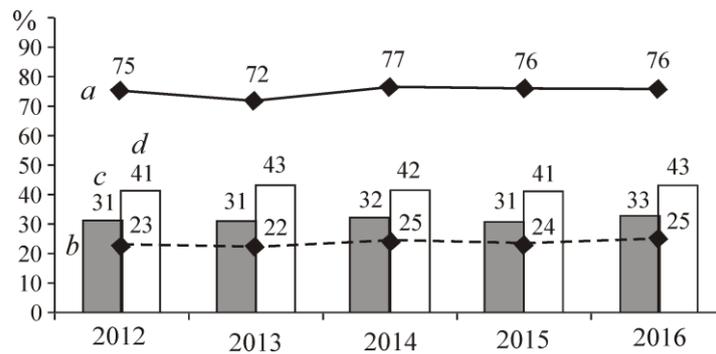


Рис. 4. Время работы и производительности для экскаваторов ЭШ-10/70, ЭШ-11/70, ЭШ-13/50: *a* — общее время работы; *b* — время работы с максимально возможной производительностью; *c* — фактическая производительность; *d* — приведенная производительность

## ВЫВОДЫ

Показано, что эффективность использования рабочего времени экскаваторов в зависимости от длительности периода учета распределяется неравномерно. Общая тенденция направлена на снижение эффективного использования времени с увеличением длительности периода учета. Существующие стандартные механизмы учета простоев экскаваторного парка не позволяют достоверно выявлять и учитывать происходящие во время работы простои.

Фактическая производительность парка в рамках действующей системы ТОиР не зависит от технического состояния оборудования, как и режим ТОиР не зависит от задач, которые ставятся перед конкретной машиной или группой машин по причинам отсутствия работоспособных механизмов расстановки приоритетов ТОиР применительно к конкретным единицам оборудования. Для парка экскаваторов с высокими требованиями к производительности даже с учетом коэффициента технического использования завода-изготовителя недоиспользование фонда времени составляет более 8.2–10.2%, недоиспользование гарантированной производительности (смена – сутки) — 75–77% в краткосрочной периоде и не менее чем 58–60% с учетом коэффициента технического использования в долгосрочном периоде (неделя и более).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ / REFERENCES

1. **Dryigin M. and Kuryshkin N.** Raising Quality of Maintenance and Control of Metallic Structures in Large-load Technological Machines, Journal of Physics: Conference Series 11. “XI International Scientific and Technical Conference “Applied Mechanics and Dynamics Systems”, 2018, pp. 012029.
2. **Dryigin M., Kurychkin N., and Bakanov A.** Ways of Increasing Excavator Fleet Productivity in Russian Coal Open Pits (Kuzbass Case Study), E3S Web of Conferences. The 1st Scientific Practical Conference “International Innovative Mining Symposium (in memory of Prof. Vladimir Pronoza)”, Kemerovo, 24–26 April 2017, vol. 15, pp. 03010.
3. **Kostarev A. S.** Coal Mining Development Reserves. Moscow: Mountain book, 2013. (in Russian) [Костарев А. С. Резервы развития угледобывающего предприятия. — М.: Горная книга, 2013. — 174 с.]
4. **Shibanov D. A.** Prospects for improving the system of maintenance and repair of quarry excavators manufactured by IZ-KARTEX named after P. G. Korobkov, Bulletin of the Perm National Research Polytechnic University. Geology. Oil and gas and mining, 2013, no. 8, pp. 128–135. [Шибанов Д. А. Перспективы совершенствования системы технического обслуживания и ремонта карьерных экскаваторов произ-

водства ООО “ИЗ-КАРТЭКС имени П. Г. Коробкова” // Вестник Пермского нац. исслед. политехн. ун-та. Геология. Нефтегазовое и горное дело. — 2013. — № 8. — С. 128–135.]

5. **Podgorny M. L.** Methodological principles for ensuring the rational consumption of consumed resources at coal mines in Russia, *Coal*, 2004, no. 6, pp. 57–59. [**Подгорный М.Л.** Методологические принципы обеспечения рационального расхода потребляемых ресурсов на угольных разрезах России // Уголь. — 2004. — № 6. — С. 57–59.]
6. **Galkina N. V. and Makarov A. M.** Organization of production – personnel interaction, *Coal*, 2006, no. 11, pp. 41–43. [**Галкина Н. В., Макаров А. М.** Организация производства – взаимодействие персонала // Уголь. — 2006. — № 11. — С. 41–43.]
7. **Excavators career type ECG-5A-U.** Technical conditions TU 24-1-3011-78. Ministry of Heavy and Transport Engineering, 1978. (in Russian) [**Экскаваторы** карьерные типа ЭКГ-5А-У. Технические условия. ТУ 24-1-3011-78. — Министерство тяжелого и транспортного машиностроения, 1978. — 36 с.]
8. **Walking excavators type ES.** Technical conditions TU 24.00.3015-80. Ministry of Heavy and Transport Engineering, 1981, 37 pp (in Russian) [**Экскаваторы** шагающие типа ЭШ. Технические условия. ТУ 24.00.3015-80. — Министерство тяжелого и транспортного машиностроения, 1981. — 37 с.]