Оригинальная статья

Original Paper

УДК 681.5:338.45.01 © В.В. Цатуров✉, 2026

UDC 681.5:338.45.01 © V.V. Tsaturov✉, 2026

ООО «Южная угольная компания», 119034, г. Москва, Россия
✉ e-mail: tsaturov@gor-tech.ru

South Coal Company LLC, Moscow, 119034, Russian Federation
✉ e-mail: tsaturov@gor-tech.ru

О расширении практики применения интеллектуальных систем управления на предприятиях группы «Южная угольная компания»

On expanding the application of intelligent control systems at operations of the South Coal Company Group

DOI: http://dx.doi.org/10.18796/0041-5790-2026-1-91-94

Ранее проведенными изысканиями определен алгоритм построения интеллектуальных систем управления процессами горного производства при освоении ресурсной базы крупного Сулино-Садкинского месторождения антрацитов в Восточном Донбассе. Расширение «Базы знаний» при построении таких систем позволяет детализировать основной управляющий импульс системы – токовую нагрузку главных приводов добычного комбайна. Накопленный научно-практический потенциал в ШУ «Садкинское» может тиражироваться на вновь строящихся горных предприятиях группы «Южная угольная компания».

Ключевые слова: *интеллектуальные системы управления процессами горного производства, контролируемые и управляющие параметры, сопоставление «Базы знаний» с «Базой данных», токовая нагрузка главных приводов, дистанционная визуализация, расширение практики интеллектуализации процессов горного производства.*

Для цитирования: Цатуров В.В. О расширении практики применения интеллектуальных систем управления на предприятиях группы «Южная угольная компания» // Уголь. 2026;(1):91-94. DOI: 10.18796/0041-5790-2026-1-91-94.

ЦАТУРОВ В.В.
Генеральный директор
ООО «Южная угольная компания»,
119034, г. Москва, Россия
e-mail: tsaturov@gor-tech.ru

Abstract

Previous research has identified an algorithm to build intelligent control systems for mining processes when developing the resource base of the large Sulino-Sadkinskoye anthracite coal deposit in the Eastern Donbas. Expanding the "knowledge base" when building such systems allows for a detailed analysis of the main control impulse of the system, i.e. the current load of the main drives of the cutter-loader. The accumulated scientific and practical potential in the Sadkinskoe mine management company can be replicated at the newly built mining operations of the Southern Coal Company Group.

Keywords

Intelligent mining process control systems, monitored and controled parameters, comparison of the knowledge base with the database, current load of the main drives, remote visualization, expansion of the practice to smartify mining processes.

For citation
Tsaturov V.V. On expanding the application of intelligent control systems at operations of the South Coal Company Group. *Ugol'*. 2026;(1):91-94. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2026-1-91-94.

ВВЕДЕНИЕ

Систематизация и обобщение опыта подземной угледобычи и производства товарной продукции в Шахтоуправлении «Садкинское» позволили сформировать совокупность контролируемых показателей рабочего процесса («База знаний») и осуществить выбор управляющего параметра («База данных») в системе интеллектуального управления качеством соответствующих технологий [1, 2].

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

В развитие концепции интеллектуализации управления процессами добычи угольного сырья и производства высококачественной товарной продукции вне зависимости от субъективного влияния квалификационного уровня операционного персонала, а также в целях тиражирования на других предприятиях группы «Южная угольная компания» накопленных в ШУ «Садкинское» лучших навыков и умений проведенными стендовыми натурными экспериментами детализирован упомянутый управляющий параметр (токовая нагрузка в основном приводе добычного комбайна) в характерных изменяющихся горно-технических условиях осваиваемой природной ресурсной базы Сулино-Садкинского месторождения антрацита [3].

В частности, стендовыми испытаниями процесса разрушения литотипов, представительных для породо-угольного массива этого месторождения, установлена надежная корреляционная взаимосвязь энергосиловых показателей и прочностных характеристик отрабатываемых пород [4].

Как следует из графиков соответствующих зависимостей *(рис. 1)*, решающее влияние на минимизацию энергозатрат и уменьшение выхода мелкофракционного материала оказывает соотношение пределов прочности на сжатие (σ) и растяжение – так называемый, «коэффициент хрупкости».

Для сложной структуры монопласта Сулино-Садкинского месторождения не характерно наличие пропластков крепких пород ($\sigma \geq 80$ МПА), а собственно антрацит обладает высоким коэффициентом хрупкости при относительно небольших значениях $\sigma \leq 30$ МПА. Это обстоятельство позволяет предположить, что при энергоемкости сдвига-отрыва, близкой к 1,8 МДж/м^3, в отрабатываемом угольном пласте *(см. рис. 1)* следует ожидать преобладания режима крупного скола (выкола).

Натурным экспериментом это предположение было подтверждено: при отработке практически «чистого пласта» антрацита содержание мелких фракций (до 8 мм) составляло не более 15-17%; при наличии в пласте пропластков углистых аргиллитов и алевролитов на глинистом цементе ($30 < \sigma \leq 65$ МПА) выход переизмельченного материала в добываемой горной массе в среднем составлял 30-32% [5, 6].

Таким образом, при токовой нагрузке, адекватной энергоемкости $W \leq 1{,}8$ МДж/м^3, представляется целесообразным увеличение усилия (темпа) подачи комбайна при одновременном снижении скорости вращения его шнека. В итоге это позволит изменить режим резания мелким сколом на выкол отдельностей, уменьшить переизмельчение добываемой горной массы и улучшить последующее углеобогощение при рациональной плотности раствора флокулянта адекватной зольности перерабатываемого сырья. Увеличение долевого участия мелкофракционной товарной продукции (-6,0 мм) в валовом объеме производимого товара снижает средневзвешенную выручку от его реализации.

Товарные качества этого так называемого штыба (сортомарка АШ), как установлено полученным уравнением корреляционной связи теплотворной способности Q производимого топлива главным образом для угольной электрогенерации, в основном зависят от зольности З(%) и приобретаемой в цикле «мокрого обогащения» влажности B(%):

$Q = 7259{,}34 - 75{,}22 \times З - 7{,}47 \times B$; ккал/кг,

при коэффициенте множественной корреляции $R \leq 0{,}87$.

Несложно убедиться, что влияние аргументов на итоговое значение приведенной функции практически сопоставимо.

Гипотетически влажность производимого товара АШ можно было бы понизить путем сушки этого материала. Но простейший эксертетический анализ эффективности такого процесса показывает, что привлекаемая извне энергия практически равна получаемой дополнительной величине Q, даже без учета затрат на создание соответствующей технологической цепочки.

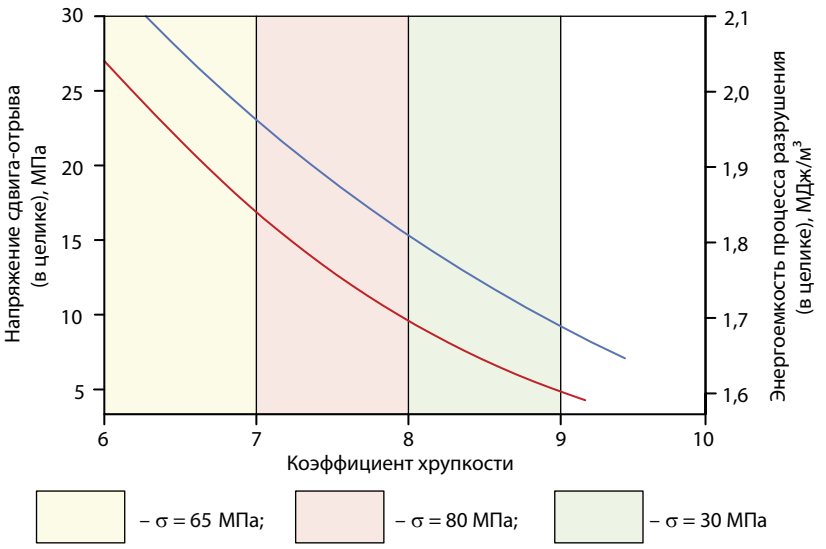

Рис. 1. Графики зависимостей напряжения сдвига-отрыва (-) и энергоемкости процесса разрушения (-) от коэффициента хрупкости

Fig. 1. Graphs showing the dependence of the shear-off stress (-) (-) (-) and the fracture energy intensity (-) on the brittleness index

Оценивая перспективность руководящей идеи освоения интеллектуальных систем управления на вновь осваиваемых лицензионных запасах минерального ископаемого Сулино-Садкинского месторождения, правом на которые обладает группа предприятий «Южной угольной компании», следует отметить следующее.

В поле строящейся в настоящее время шахты «Садкинская-Восточная» (балансовые запасы – около 80 млн т антрацита) относительно обособленным является юго-западный блок *(рис. 2)* с ресурсной базой более 8 млн т минерального ископаемого. Детальными геологическими изысканиями установлено, что здесь монопласт мощностью около 1,8 м имеет выдержанный характер при весьма незначительном количестве породных пропластков.

По аналогии с ранее накопленным опытом выемки запасов этого же пласта при комбайно-механизированной его отработке с показателями рабочего процесса, способствующими режиму крупного скола, следует ожидать выход мелкофракционного материала на уровне 20-23% при зольности, достаточно близкой к этому показателю для «чистых пачек», и при влаге, не превышающей 6-7%.

Это означает, что товарные качества сухого отсева АШ из общего объема добываемой в юго-западном блоке горной массы, по сути, близки к востребованным рынком значениям Q. В таком контексте концепция вскрытия и раскройки запасов на шахте «Садкинская-Восточная» (проектная мощность – 3,0 млн тонн в год), принятая в ранее разработанной проектной документации, может быть заметно скорректирована [2].

Рис. 2. Выкопировка из плана горных работ на шахте «Садкинская-Восточная»

Fig. 2. Extract from the mining plan of the Sadkinskaya-Vostochnaya mine

Руководствуясь нормативными требованиями, вскрытие запасов шахтного поля «Садкинской-Восточной» осуществляется западными наклонными стволами (здесь находится основная промплощадка шахты) до точки их встречи на нижних отметках синклинальной складки (зона мульды на глубине около 380 м) с южными стволами, главным образом обеспечивающими схему проветривания шахтного поля *(см. рис. 2)*. Таким образом, юго-западный блок шахтного поля с наиболее благоприятными запасами более 8 млн т антрацита оконтурен границами горного отвода (запад и юг) и вскрывающими выработками: нижним горизонтом шахтного поля (север) и собственно наклонными стволами (восток).

С учетом уклона монопласта и преобладающих углов его падения (до 15-18 град.) отработка запасов в рассматриваемом обособленном блоке может быть в первоочередном порядке осуществлена по залеганию пласта в направлении от западной границы горного отвода в сторону наклонных стволов.

На шахте предусмотрена полная конвейеризация транспорта горной массы по главному стволу в направлении основной промплощадки, где находится сырьевой склад рядового угля (сортомарка АР; фракция до +120 мм). Отсюда добываемый материал по поверхности (до 10 км) перемещается на промплощадку ШУ «Садкинское» для последующего обогащения на групповой фабрике, находящейся на этой промплощадке.

Транспортные коммуникации главных стволов шахты «Садкинская-Восточная»

адекватны по максимальной нагрузке при одновременной эксплуатации лавокомплектов в северо-восточном и юго-западном блоках.

В скорректированной концепции в целях демпфирования возможных пиковых нагрузок, снижения логистических затрат по цепочке от юго-западного блока до промплощадки ШУ «Садкинское» и уменьшения валового объема углеобогащения представляется целесообразным часть добываемого в этом блоке материала направлять на промплощадку южных наклонных стволов шахты «Садкинская-Восточная» (как отмечалось выше, это примерно четверть нагрузки на очистной фронт юго-западного блока). Этот диверсифицированный грузопоток представлен сортомаркой АШ, по своим характеристикам близкой к товарной продукции.

Управляющим сигналом в интеллектуальной системе управления горным производством, как отмечено выше, является токовая нагрузка основных приводов добычного комбайна лавокомплекта, отрабатывающего запасы юго-западного блока. Здесь горная масса из подготавливающихся выработок аккумулируется с грузопотоками АР и сепарируемого АШ, что не исключает вероятности увеличения зольности штыбов. В этом случае на промплощадке южных стволов шахты «Садкинская-Восточная» предусматривается использование установки сухого обогащения АШ с применением наклонных пневмоциклонов (эта технология надежно апробирована, например, на шахтах Кузбасса). Получаемая товарная масса твердого топлива с обеспечиваемыми низкими значениями зольности и влажности обогащенного АШ может отгружаться через ж/д-станции примыкания к РЖД-магистралям (ст. «Керчик» и/или «Горная»), находящимся в достаточной близости от южной промплощадки шахты «Садкинская-Восточная».

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Есть основания полагать, что вкратце описанный алгоритм функционирования нового производственного актива группы предприятий Южной угольной компании с доказательной основой может базироваться на выбранном для интеллектуальной системы управляющем факторе – токовой нагрузке главного привода добычного комбайна, адекватной конкретным прочностным и структурным характеристикам отрабатываемого породо-угольного массива.

Вместе с тем система автоматизированного управления технологическими процессами, очевидно, нуждается в независимом контроле изменяющейся горнотехнической ситуации (гипсометрия пласта, засорение горной массы породами ложной кровли, наличие флексур, необходимость присечки вмещающих пород почвы и пр.).

В целях повышения надежности и качества управления процессами горного производства при его диспетчеризации целесообразно применение средств визуализации, позволяющих исключить и/или минимизировать время нахождения техперсонала в рабочей зоне.

Повышая безопасность труда горнорабочих, такие средства, помимо прочего, позволяют накапливать информацию для «Базы знаний», а в случае возникновения нештатных ситуаций – осуществлять защитную блокировку посредством «Базы данных» в создаваемых интеллектуальных системах управления технологиями и горным производством при добыче ценного вида минерального сырья и выпуске высококачественной товарной продукции.

Список литературы • References

1. Саркисов Г.Р., Демерджи Р.Г., Штейнцайг Р.М. Перспективы развития на предприятиях «Южной угольной компании» // Уголь. 2009. № 12. С. 3-6. URL: https://ugolinfo.ru/Free/122009.pdf (дата обращения: 15.12.2025).
   Sarkisov G.R., Demerdzhi R.G., Shteintsaig R.M. Prospects of development at enterprises «Juzhnaja ugolnaja company». *Ugol'.* 2020;(8): 72-76. Available at: https://ugolinfo.ru/Free/122009.pdf (accessed 15.12.2025). (In Russ.).
2. Цатуров В.В., Агафонов О.А., Черняк В.А. Задачи оперативного развития горного производства на предприятиях «Южной угольной компании» // Уголь. 2020;(8):72-76. DOI: 10.18796/0041-5790-2020- 8-72-76.
   Tsaturov V.V., Agafonov O.A., Chernyak V.A. The tasks of advanced development of mining production at the enterprises of "South Coal Company". *Ugol'.* 2020;(8):72-76. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2020-8-72-76.
3. Цатуров В.В. Интеллектуализация управления процессами добычи угольного сырья и производства товарной продукции // Уголь. 2025;(9):72-76. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-9-72-76.
   Tsaturov V.V. Smart management of coal mining and commercial production processes. *Ugol'.* 2025;(9):72-76. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-9-72-76.
4. Рыжов П.А. Математическая статистика в горном деле. М.: Недра, 1965. 188 с.
5. Адлер Ю.П., Маркова Е.В. Планирование эксперимента при поиске оптимальных условий. М.: Наука, 1976. 350 с.
6. Штейнцайг Р.М., Цатуров В.В. К вопросу о перспективности угольной электрогенерации // Уголь. 2025;(8):76-80. DOI: 10.18796/0041-5790-2025-8-76-80.
   Shteintsaig R.M., Tsaturov V.V. On the prospects of coal fired power generation. *Ugol'.* 2025;(8):76-80. (In Russ.). DOI: 10.18796/0041-5790-2025-8-76-80.

Authors Information
Tsaturov V.V. – General Director of South Coal Company LLC, Moscow, 119034, Russian Federation,
e-mail: tsaturov@gor-tech.ru

Информация о статье
Поступила в редакцию: 1.10.2025
Поступила после рецензирования: 17.12.2025
Принята к публикации: 29.12.2025

Paper info
Received October 1, 2025
Reviewed December 17, 2025
Accepted December 29, 2025