

## **ОСОБЕННОСТИ ВЛИЯНИЯ СКОРОСТИ ДВИЖЕНИЯ НА ПСИХОЭМОЦИОНАЛЬНОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДИТЕЛЕЙ БОЛЬШЕГРУЗНЫХ КАРЬЕРНЫХ АВТОСАМОСВАЛОВ В УСЛОВИЯХ ВОЛЬНОГОРСКОГО ГМК**

Проведено исследование скоростных режимов большегрузных карьерных автосамосвалов и определены особенности влияния неблагоприятных эмоциональных напряжений и психических перегрузок на водителя большегрузного карьерного автосамосвала.

Проведено дослідження швидкісних режимів великовантажних кар'єрних автосамоскидів і визначені особливості впливу несприятливої емоційної напруги і психічних перевантажень на водія великовантажного кар'єрного автосамоскида.

Research of the speed modes of heavy off-highway trucks is conducted and the features of unfavorable emotional tensions and psychical overloads influence on the driver was considered.

**Введение.** Каждый год на крупных карьерах Украины происходит в среднем 40 аварий в том числе со смертельным исходом из-за столкновения между карьерными автосамосвалами и другими машинами. При этом горно-металлургические предприятия несут значительные расходы, направленные на ремонт и закупку дорогого горнотранспортного оборудования. Одной из причин сложившейся ситуации является рост интенсивности движения и изменение состава транспортного потока в карьерах. Водители автосамосвалов в процессе работы испытывают на себе значительные психические, физические и эмоциональные напряжения и перегрузки, что зачастую является причиной возникновения аварий. Предотвращение таких аварий, устранение вредных и опасных факторов на рабочих местах, создание средств оперативного контроля охраны труда водителей карьерных автосамосвалов является актуальной научно-практической задачей, которая совпадает с направлениями Национальной Программы улучшения состояния безопасности, гигиены труда и рабочей среды, утвержденной КМ Украины 10.10.2001г. № 1320.

Одной из задач стоящих при разработке системы оперативного контроля охраны труда водителей большегрузных автосамосвалов является исследование особенностей психоэмоционального состояния водителей во время работы, при проезде участков дороги с различной горизонтальной дальностью видимости, а также при различных скоростных режимах движения автосамосвала.

**Анализ последних достижений.** Уровень безопасности движения мобильного горнотранспортного оборудования в значительной степени определяется дорожными условиями и общим физическим состоянием водителей. Развитие утомления связано с нервно-психическим напряжением, которое, в свою очередь, зависит от скорости поступления информации о дорожно-транспортной ситуации, попадающей в поле зрения водителя. Интенсивность поступления информации тем выше, чем больше скорость движения и короче отрезок времени, в течение которого водитель должен ее воспринять и переработать.

Недостаточная видимость ограничивает поле зрения водителя и сокращает время приема информации. Для приведения быстроты поступления информации в соответствие со своими возможностями водители обязаны снижать скорость движения. Если проезд участков дороги с ограниченной видимостью осуществляется без снижения скорости, то у водителя возникает значительное нервно-психическое напряжение. Работа автотранспорта в карьере ведется в интенсивном режиме, что также способствует быстрому утомлению и увеличению вероятности ошибок.

Вопросам исследования безопасности труда водителей транспортных средств посвящено много различных исследований [1,2,3], а вопросы безопасности труда водителей большегрузных карьерных автосамосвалов рассмотрены в работах [4,5,6]. В частности ряд авторов рассматривают вопросы эмоционального состояния водителей во время движения транспорта и методику его оценки [7]. Влияние скорости проезда участков дорог с ограниченной видимостью на изменение функционального состояния водителей [8] определяется регистрацией пройденного пути, скорости и интенсивности движения, изменения дорожно-транспортной ситуации путем снятия электрокардиограммы и окулограммы водителей и значений кожно-гальванической реакции в специально ходовой лаборатории. В этих работах в качестве факторов функционального состояния водителя для исследования были выбраны *эмоциональная напряженность* характеризующая особенности психической деятельности в сложных условиях и выражаемая частотой пульса относительно фона, и *информационная перегрузка* как мера утраты мозгом способности адекватно воспринимать и перерабатывать всю поступающую информацию. Установлены зависимости влияния скорости движения автосамосвала на эти факторы в виде графиков (рис. 1, рис. 2).

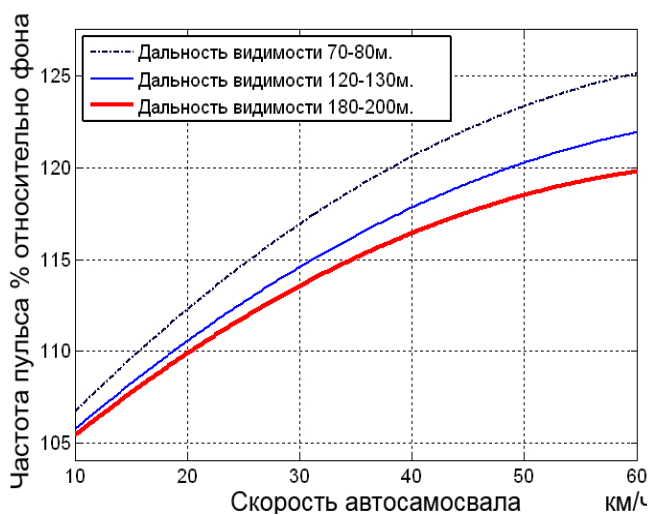


Рис. 2. Изменение информационной перегрузки водителя при различной скорости движения автосамосвала

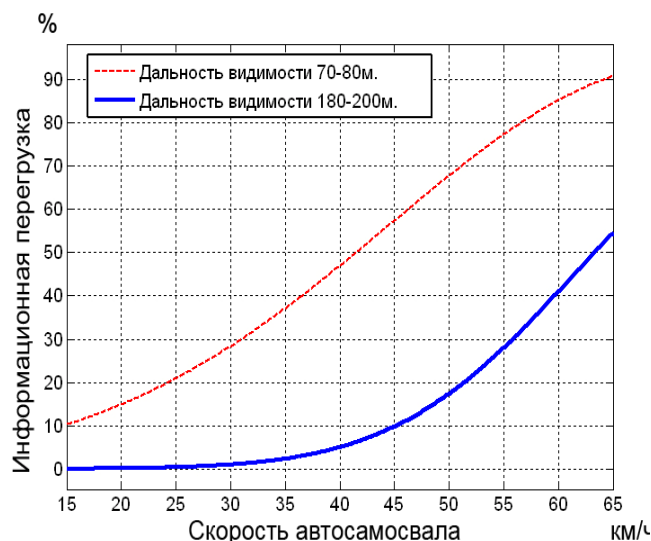


Рис.1. Изменение эмоциональной напряженности водителя при различной скорости движения автосамосвала

Однако для большегрузных карьерных автосамосвалов вопрос влияния скорости движения на психоэмоциональное состояние водителей во время работы в карьерах до настоящего времени изучен недостаточно.

**Формулирование целей статьи, постановка задач.** Целью работы является исследование особенностей влияния скорости движения на психоэмоциональное состояние водителей большегрузных автосамосвалов в условиях Вольногорского ГМК.

При этом были поставлены следующие задачи:

- Исследовать скоростной режим работы большегрузных автосамосвалов в условиях карьеров Вольногорского ГМК и определить функцию распределения вероятностей для скорости большегрузного автосамосвала БелАЗ-7548 в случайной выборочной совокупности за год при дальности видимости 70-80 м, при 120-130м, при 180-200м;

- Определить зависимости влияния скорости движения на эмоциональную напряженность водителя и определить функцию распределения вероятностей пребывания водителя в состоянии эмоциональной напряженности в условиях карьеров Вольногорского ГМК;

- Определить аналитические формы влияния скорости движения на изменения информационной перегрузки водителя и определить функцию распределения вероятностей пребывания водителя в состоянии информационной перегрузки в условиях Вольногорского ГМК;

**Изложение основного материала исследований.** Исследование скоростных режимов работы большегрузных автосамосвалов было проведено в условиях карьеров Вольногорского ГМК, где в качестве транспортного оборудования применяются автосамосвалы БелАЗ-7548 грузоподъемностью 40 т. Для исследования скоростных режимов большегрузных автосамосвалов были проведены натурные наблюдения на карьерах значений скоростей движения 29 автосамосвалов в различных условиях видимости и их обработка с помощью методов математической статистики.

Замеры скоростей движения автосамосвала были использованы дифференциальные GPS приемники и радиооборудование системы диспетчеризации в карьере, что позволило осуществить:

- вычисления в реальном времени местоположения и скорости движения каждого автосамосвала;

- передачу информации о местоположении и скорости движения каждого автосамосвала и её накопление в компьютерной базе данных.

Для определения значений горизонтальной дальности видимости были использованы метеоданные по метеостанции г.Волногорска за 2009 год.

Ввод, хранение, выборка и обработка экспериментальных данных была проведена с использованием базы данных «Interbase».

Для определения распределения вероятностей скоростей обработано более 65000 значений экспериментальных данных, которые были отобраны при дальности горизонтальной видимости соответственно 70-80 м, 120-130 м и 180-200 м. На рис. 3 приведены графики функций распределения вероятностей для скорости автосамосвала БелАЗ-7548, определенные методом наименьших квадратов. Для

подбора функций рассмотрены различные варианты кривых, и установлено, что с наибольшей точностью для инженерных расчетов распределения выбранных данных описываются кривой Гаусса.

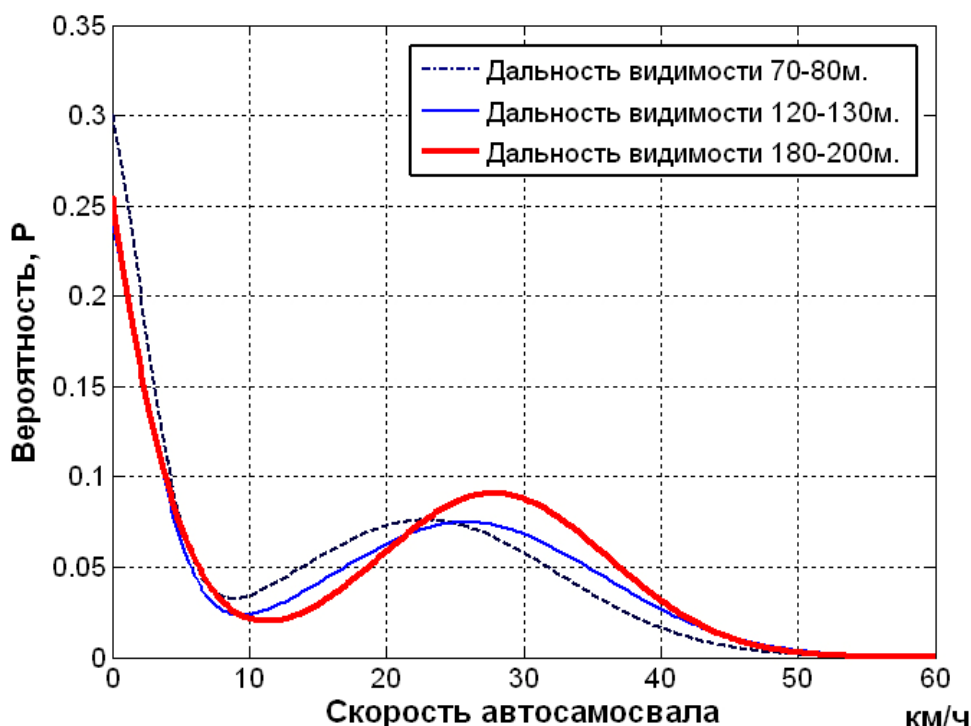


Рис. 3. Функции распределения вероятностей для скорости автосамосвала при различных условиях видимости

Были определены математические ожидания выборок и локальные экстремумы функций распределения скоростей. Также были вычислены вероятности превышения предельно допустимой скорости, которая установлена инструкцией по технике безопасности водителей большегрузных автосамосвалов Вольногорского ГМК на уровне 40 км/ч (табл. 1).

Таблица 1

Параметры выборок скоростей для различных условий видимости

Выборка для дальности видимости, м	Математическое ожидание выборки, км/ч	1й локальный минимум	2 локальный максимум	Вероятность превышения 40 км/ч
70-80	17.96	8,8173	22,8	0,027
120-130	19.52	9.4077	25,8	0,03
180-200	21.34	11.3097	27,87	0,031

Функции распределения имеют по 2 локальных максимума и по 2 локальных минимума. Первый локальный максимум находится на оси ординат при скорости 0 км/ч. Он объясняется простоями большегрузных карьерных автосамосвалов, ожиданиями загрузки-разгрузки автосамосвалов. Следующий локальный максимум у функций распределения наблюдается при значениях ско-

рости 22,8-27,87 км/ч, что объясняется преимущественным выбором водителями такой скорости движения в условиях карьеров. Вероятность превышения установленной предельной скорости 40 км/ч составляет 2.7-3.1 %.

Получены аналитические выражения функций распределения вероятностей:

- Для дальности видимости 70-80м функция распределения вероятностей определяется выражением (с коэффициентом детерминации R-квадрат равным 0.9892)

$$P_1(v) = 0.328 \cdot \exp\left(-\frac{v+1.636}{5.11}\right)^2 + 0.076 \cdot \exp\left(-\frac{v-22.8}{13.88}\right)^2 \quad (1)$$

- Для дальности видимости 120-130м функция распределения вероятностей определяется выражением (с коэффициентом детерминации R-квадрат равным 0.9868)

$$P_2(v) = 0.277 \cdot \exp\left(-\frac{v+2.185}{5.7}\right)^2 + 0.075 \cdot \exp\left(-\frac{v-25.8}{14}\right)^2 \quad (2)$$

- Для дальности видимости 180-200м функция распределения вероятностей определяется выражением (с коэффициентом детерминации R-квадрат равным 0.9749):

$$P_3(v) = 0.796 \cdot \exp\left(-\frac{v+10.95}{10.26}\right)^2 + 0.09 \cdot \exp\left(-\frac{v-27.87}{11.84}\right)^2 \quad (3)$$

Регрессионный анализ зависимостей, приведенных на рис. 1 и рис. 2 позволил получить следующие аналитические выражения влияния скорости на эмоциональную напряженность и информационную перегрузку:

- Влияние скорости движения на эмоциональную напряженность при дальности видимости 70-80м может быть (с коэффициентом детерминации R<sup>2</sup> равным 0.9971) определено как

$$P_{напр.1}(v) = -0.0048 \cdot v^2 + 0.7 \cdot v + 100.1 \quad (4)$$

- для дальности видимости 120-130м выражение имеет вид (R<sup>2</sup> = 0.9968)

$$P_{напр.2}(v) = -0.004 \cdot v^2 + 0.6 \cdot v + 100.1 \quad (5)$$

- для дальности видимости 180-200м (R<sup>2</sup> = 0.9974)

$$P_{напр.3}(v) = -0.004 \cdot v^2 + 0.57 \cdot v + 100.1 \quad (6)$$

- Изменение информационной перегрузки в зависимости от скорости автосамосвала при дальности видимости 70-80м может быть определено (R<sup>2</sup> = 0.9981) как

$$P_{перезр.1}(v) = 93.5 \cdot \exp\left(-\frac{x-71.6}{38.1}\right)^2 \quad (7)$$

- для дальности видимости 180-200м (R<sup>2</sup> = 0.9952)

$$P_{перезр.2}(v) = 73.3 \cdot \exp\left(-\frac{x - 77.5}{22.9}\right)^2 \quad (8)$$

Сопоставив функции распределения вероятностей для скорости большегрузного карьерного автосамосвала и зависимостей влияния скорости на психоэмоциональную напряженность водителя при соответствующих условиях видимости, были получены функции распределения вероятностей для пребывания водителя автосамосвала в неблагоприятном для безопасности труда психоэмоциональном состоянии.

На рис. 4 отображены функции распределения вероятностей для психоэмоционального напряжения водителей большегрузных автосамосвалов БелАЗ-7548 в условиях карьеров Вольногорского ГМК. Эти функции бимодальны, так как имеют по 2 максимума в своей области определения.

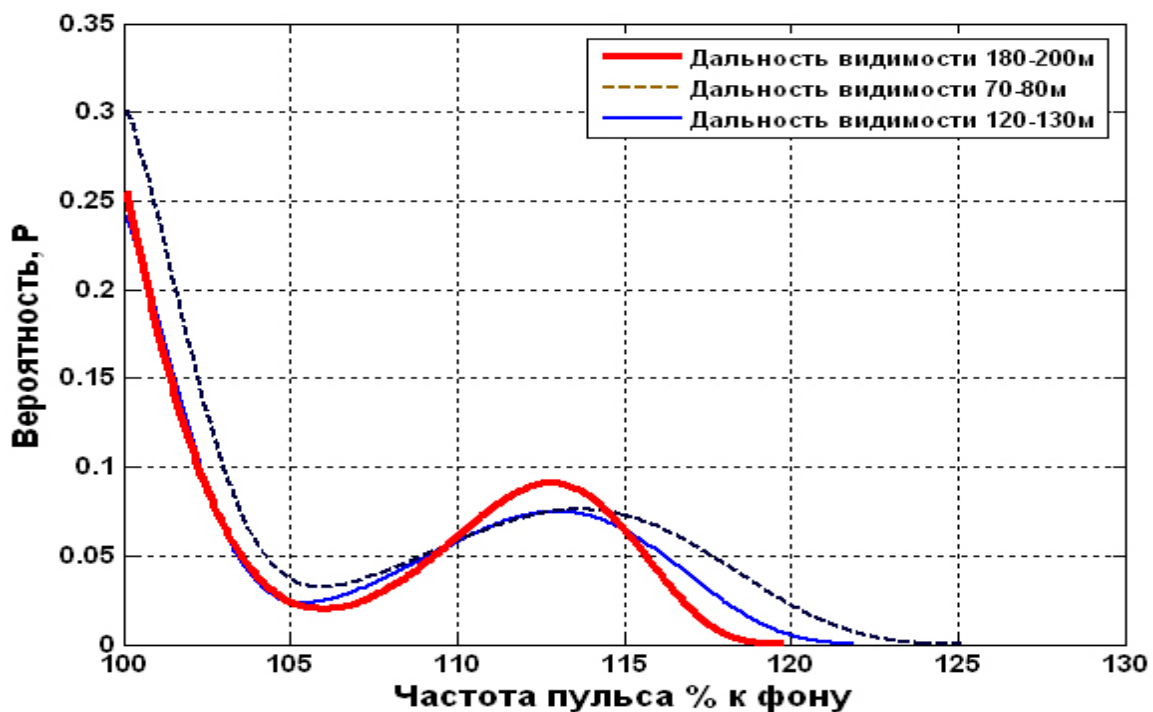


Рис. 4. Функции распределения вероятностей для эмоциональной напряженности водителей большегрузных автосамосвалов БелАЗ-7548 в условиях карьеров ВГМК

Анализ полученных функций распределения вероятностей для эмоциональной напряженности водителей большегрузных автосамосвалов показал, что водители карьерных автосамосвалов большую часть времени находятся в состоянии незначительного эмоционального напряжения, однако велико и время нахождения в состоянии эмоциональной напряженности, характеризующейся частотой пульса 112.7-114 % относительно фоновых замеров.

На рис. 5 приведены полученные функции распределения вероятностей для информационной перегрузки водителей при различных условиях видимости.

Как видно из графика вероятность неблагоприятной информационной перегрузки значительно больше при дальности видимости 70-80м.

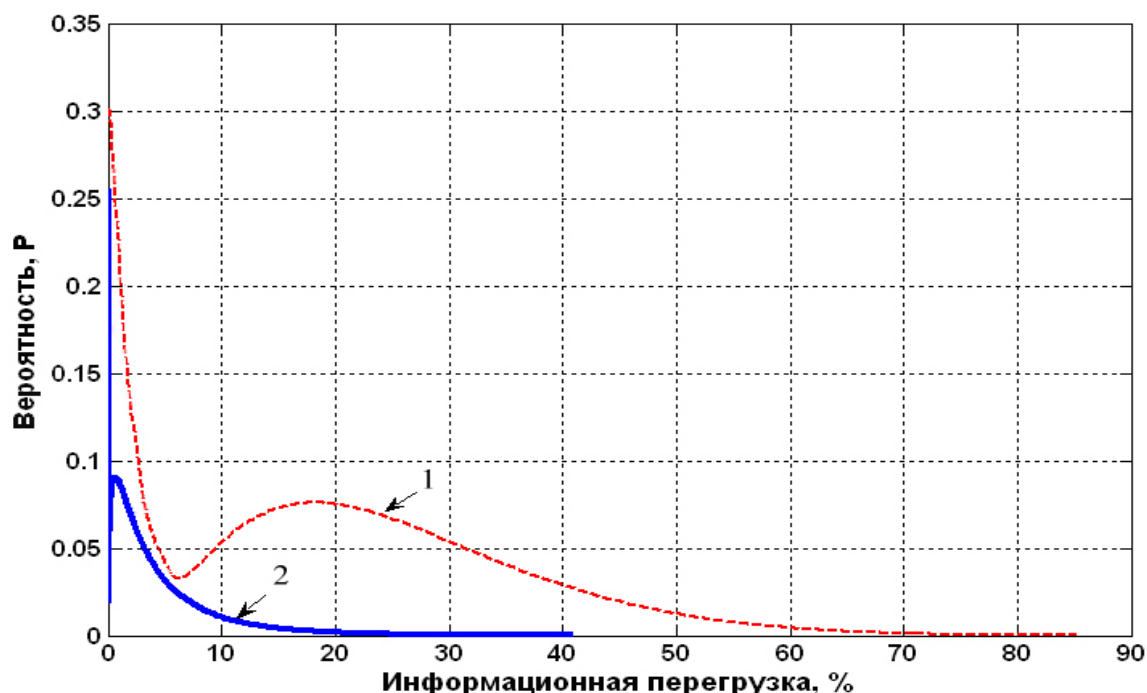


Рис.5. Функции распределения вероятностей для информационной перегрузки водителей большегрузных автосамосвалов: 1 – при дальности видимости 70-80 м; 2 – при дальности видимости 180-200м

Анализ полученных зависимостей позволил установить, что при дальности видимости 70-80 м возникает значительная вероятность пребывания водителя автосамосвала в состоянии существенной информационной перегрузки, что способствует быстрому утомлению водителя, и для предотвращения чего следует ограничить скорость движения автосамосвалов при таких условиях видимости.

**Выводы.** В работе был исследован скоростной режим работы большегрузных автосамосвалов в условиях Вольногорского ГМК, проанализированы особенности распределения вероятностей для скорости автосамосвала при различных условиях видимости. Определены аналитические формы влияния скорости движения на эмоциональную напряженность водителя и функции распределения вероятностей пребывания водителя в состоянии эмоциональной напряженности а также в состоянии информационной перегрузки в условиях Вольногорского ГМК. Проведенные исследования показали, что вероятность воздействия эмоционального перенапряжения и информационной перегрузки на водителя большегрузного автосамосвала значительна, что требует введения мер по предотвращению или снижению воздействия этих факторов на функциональное состояние водителя.

### Список литературы

1. В.Ф. Бобков, Дорожные условия и безопасность движения: Учебник для вузов. – М.:Транспорт, 1992. – 288с.
2. Н. Е. Сакович, Улучшение охраны труда водителей сельскохозяйственных транспортных средств путем инженерно-технических мероприятий : дис. канд. техн. наук : 05.26.01.- Орел: 2006. - 195 с.
3. А.Н. Загородних, Т.И. Белова, Математическое моделирование условий и безопасности труда водителей самоходных машин // Механизация и электрификация сельского хозяйства.- М.:2006г., с.29-32.
4. С.Н. Зарипова, Влияние климатических факторов на условия эксплуатации и безопасность горнотранспортного оборудования// Горный журнал №2 .- М.:2007. – с. 102-106.
5. А.А. Хорешок, Д.В. Стенин, А.С. Фурман, Исследование скоростей движения карьерных автосамосвалов // Горное оборудование и электромеханика №5. – М.: 2009. – с. 48-49.
6. В.Л. Яковлев, В.Л.Могилат, Проблемы безопасной эксплуатации автомобильного транспорта на открытых горных работах. //Горный информационно-аналитический бюллетень №3 .- М.:МГГУ, 2004г., - с. 122-124.
7. Е.М. Лобанов, В.В. Новизенцев Методика оценки эмоционального состояния водителей с использованием психофизиологических показателей //Учет требований безопасности движения при проектировании дорог.- М.:МАДИ, 1975г.,с. 110-132.
8. Б.А.Щит, Н.Н. Чуклинов, Ограничение скорости движения на дорогах имеющих участки с недостаточной видимостью //Влияние скорости на режим и безопасность движения, сб. научных трудов. - М:МАДИ. – 1980г. – с. 64-69.

*Рекомендовано до публікації д.т.н. Зберовським О.В.  
Надійшла до редакції 14.04.10*

УДК 622.271.3

© С.П. Пушкин

## **СТАБИЛИЗАЦИЯ КАЧЕСТВА УГЛЯ В УСЛОВИЯХ СЛОЖНОСТРУКТУРНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ**

Обоснован рациональный метод стабилизации качества добываемого угля в условиях сложноструктурных угольных залежей, базирующийся на взаимосвязи параметров выемки и угла падения пластов, рациональном распределении объемов добычи по добычным заходкам с учетом резерва производительности роторных экскаваторов, соблюдения требований по количественным и качественным показателям по разрезу, наличия нескольких групп потребителей.

Обґрунтований раціональний метод стабілізації якості вугілля, що добувається в умовах складноструктурних вугільних покладів, який базується на взаємозв'язку параметрів вибоїв і кута падіння пластів, на раціональному розподілу обсягів видобутку по добувним заходкам з урахуванням резерву продуктивності роторних екскаваторів, дотримання вимог по кількісним і якісним показникам за розрізами, наявності декількох груп споживачів.

Justified a rational method of stabilization of the coal mined in a complex structural coal deposits based on the relationship and the parameters extraction and corner of downs, the rational allocation of production to the mining attempts taking into account the reserve rotary excavator productivity, comply with the requirements of quantitative and qualitative indicators for the section, and the presence of several consumer groups.