

ҚАЗАҚСТАН РЕСПУБЛИКАСЫ ҒЫЛЫМ ЖӘНЕ ЖОҒАРЫ БІЛІМ МИНИСТРЛІГІ

«Л.Н. ГУМИЛЕВ АТЫНДАҒЫ ЕУРАЗИЯ ҰЛТТЫҚ УНИВЕРСИТЕТІ» КЕАҚ

**Студенттер мен жас ғалымдардың
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясының
БАЯНДАМАЛАР ЖИНАҒЫ**

**СБОРНИК МАТЕРИАЛОВ
XVIII Международной научной конференции
студентов и молодых ученых
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**PROCEEDINGS
of the XVIII International Scientific Conference
for students and young scholars
«GYLYM JÁNE BILIM - 2023»**

**2023
Астана**

**УДК 001+37
ББК 72+74
G99**

**«GYLYM JÁNE BILIM – 2023» студенттер мен жас ғалымдардың
XVIII Халықаралық ғылыми конференциясы = XVIII
Международная научная конференция студентов и молодых
ученых «GYLYM JÁNE BILIM – 2023» = The XVIII International
Scientific Conference for students and young scholars «GYLYM JÁNE
BILIM – 2023». – Астана: – 6865 б. - қазақша, орысша, ағылшынша.**

ISBN 978-601-337-871-8

Жинаққа студенттердің, магистранттардың, докторанттардың және жас ғалымдардың жаратылыстану-техникалық және гуманитарлық ғылымдардың өзекті мәселелері бойынша баяндамалары енгізілген.

The proceedings are the papers of students, undergraduates, doctoral students and young researchers on topical issues of natural and technical sciences and humanities.

В сборник вошли доклады студентов, магистрантов, докторантов и молодых ученых по актуальным вопросам естественно-технических и гуманитарных наук.

**УДК 001+37
ББК 72+74**

ISBN 978-601-337-871-8

**©Л.Н. Гумилев атындағы Еуразия
ұлттық университеті, 2023**

ПОВЫШЕНИЕ ЭФФЕКТИВНОСТИ ЭКСПЛУАТАЦИИ ГОРНЫХ МАШИН**Кульмаганбет Аружан Серикбайкызы**aruzhankulmag@gmail.com

ЕНУ им.Л.Н.Гумилева, г.Астана, Казахстан

Разработка крупнейших месторождений руд цветных, черных металлов и горно-химического сырья осуществляется с использованием высокопроизводительного мобильного и надежного самоходного горного оборудования (СГО). Современное оборудование имеет сложную конструкцию, электрический, дизельный, пневматический и гидравлический приводы.

На рудниках корпорации «Казахмыс», Ачисайского полиметаллического комбината в качестве бурового оборудования используются каретки УБШ-532Д, СБУ-2к, Параматик, на погрузке и доставке – погрузочные машины ПНБ-3Д, ПНБ-4, ПДМ ПД-8А, ТОРО 501 ДЛ, Cat-980G, автосамосвалы МоАЗ 7405-9586, ТОРО 40Д, самоходные полки СП-8А, СП-18, ПМЗШ-2, бульдозер БП-2 и др. На рудниках Лениногорского, Зыряновского и Текелийского комбинатов эксплуатируются буровые станки ЛПС-3, ПБУ-80, на погрузке и доставке ПД2Б-1, «ТОРО», погрузочные машины ПНБ-3Д, ПНБ-4.

Например, только на Жезказганских подземных рудниках корпорации "Казахмыс" эксплуатируется около 400 единиц СГО, объединенные в проходческие (бурильная установка Унимастер МК2 и погрузочно-доставочная машина ЛК-4) и очистные (автосамосвал ТОРО 40D; бурильная установка Paramatic и машина CAT 980G) комплексы.

Внедрение СГО позволило повысить машиновооруженность труда на подземных рудниках в 1,7 раза. Это потребовало, естественно, крупных капиталовложений и затрат на создание и выпуск новых горных машин. Между тем, производительность труда одного подземного рабочего увеличилась отнюдь не пропорционально росту машиновооруженности и составила всего 130-140 %. Следовательно, простое увеличение основных параметров (мощность, габариты, скорость) самоходных горных машин и других средств механизации уже не в состоянии обеспечить необходимые темпы роста производительности труда.

Тяжелые горнотехнические условия эксплуатации характеризуются повышенной влажностью, запыленностью рудничного воздуха, обводненностью выработок и высокой абразивностью крупнокусковых крепких руд и пород. При эксплуатации в таких условиях происходят необратимые изменения в конструкции, связанные с ухудшением технического состояния составных частей СГО: интенсивное изнашивание деталей, усталостные явления, изменения свойств смазочных материалов и другие процессы, которые приводят к отказам.

Анализ опыта эксплуатации СГО производителей ближнего и дальнего зарубежья в горнодобывающей отрасли

Развитие парка самоходного оборудования горнорудных предприятий Республики Казахстан

В начале семидесятых годов на подземных рудниках Республики Казахстан началось широкое внедрение самоходного оборудования. В настоящее время свыше 80% руды добывается самоходными комплексами на рудниках Жезказгана, Ачполиметала, Текелийском комбинатах и других рудниках Республики Казахстан. Для самоходного оборудования характерна высокая производительность, маневренность, надежность, эффективность.

Благоприятные горно-геологические условия Жезказганского месторождения дали возможность эффективно разрабатывать залежи высокопроизводительной панельно-столбовой системой разработки с использованием самоходного оборудования. В настоящее время на шахтах № 55, 57, 65 и 67 применяют два варианта панельно-столбовой системы: со сплошной выемкой при отработке залежи мощностью до 8 м и с послойной выемкой при большой мощности (уступным забоем с верхней подсечкой).

Основные откаточные выработки проходят сечением $16,7 \text{ м}^2$ шириной 4,5 м. Проезжая часть этих выработок имеет бетонное покрытие.

Первое применение самоходного оборудования с приводом от ДВС в подземных рудниках Джезказганского комбината началось с бульдозера Терратрак-1000 фирмы "Кейс" и относится к 1960 году.

Бульдозер Терратрак-1000 (рисунок 1) был оборудован четырехтактным, четырехцилиндровым двигателем мощностью 100 л.с. Для снижения вредности отработавших газов был использован каталитический нейтрализатор фирмы "Гудри".

В 1963-1964 г.г. в подземных рудниках комбината прошли промышленные испытания два опытных образца отечественных самоходных вагонов ВС-15 (рисунок 2) с дизель-электрическим приводом.

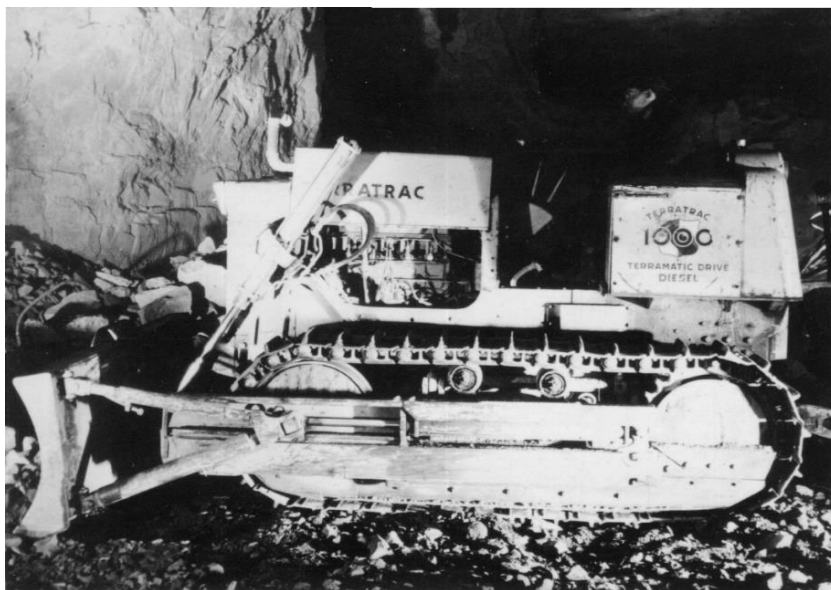


Рисунок 1 - Бульдозер фирмы "Кейс".



Рисунок 2 - Самоходный вагон ВС-15

Вагоны ВС-15 были оборудованы двухтактными дизельными двигателями ЯАЗ-204В мощностью 135 л.с. На вагонах использовалась комбинированная система очистки отработавших газов. В качестве первой ступени использовался низкотемпературный окисный каталитический нейтрализатор, а вторая ступень - жидкостной нейтрализатор барботажного

типа. Для повышения активности жидкостной ступени использовался водный раствор сульфита натрия и гидрохинона. Из-за недостатка отечественных самоходных машин подземного назначения в 1965 году была закуплена и введена в эксплуатацию большая партия вагонов типа 20SC фирмы "Джой" (рисунок 3).



Рисунок 3 - Самоходный вагон 20RC фирмы "Джой".

На этих вагонах были установлены по два двигателя "Катерпиллар" Д-311 мощностью 75 л.с. Для обезвреживания отработавших газов использовалась комбинированная система с каталитическим нейтрализатором фирмы "Окси-Франс". В том же году были проведены испытания также отечественного подземного бульдозера Т-100МГН-5 с двигателем Д-108Ш (рисунок 4), созданного Челябинским тракторным заводом.

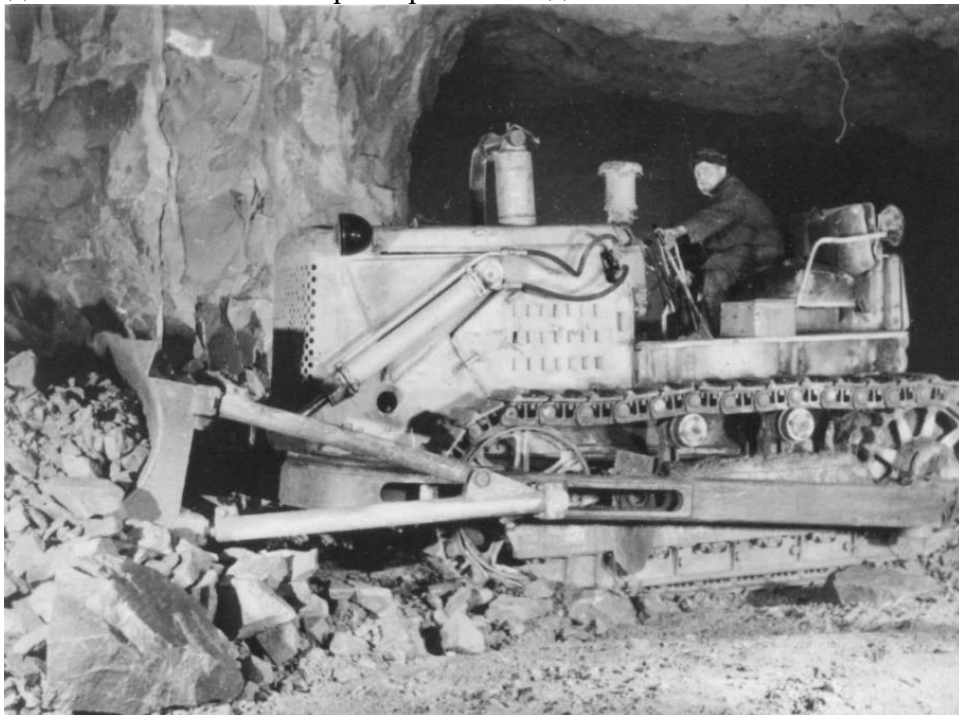


Рисунок 4 - Подземный бульдозер Т-100МГП-5.

Первый опыт использования мощного самоходного оборудования с приводом от двигателей внутреннего сгорания дал положительный результат и уже в 1966 году на подземных разработках было внедрено более десяти видов различных машин.

Внедрены на подземных работах автосамосвалы с емкостью кузова 10,8 м³ (рисунок 5).



Рисунок 5 - Автосамосвал фирмы ANF.

В настоящее время на очистных работах применяются комплексы самоходного оборудования, которые состоят из буровых установок УБШ-532Д и «Параматик-Г205Т», погрузочно-доставочные машины фирмы «Катерпиллер» (США) Cat-980G и на доставке - автосамосвалы МоАЗ 7405-9586 Могилевского автомобильного завода (Белоруссия) и TORO-40D фирмы «Тамрок» (Финляндия). Для зарядания шпуров используют ПМЗШ-2, а для крепления и оборки кровли - самоходные полки, СП-8А и СП-18А конструкции Жезказганцветмета.

На проходческих работах эксплуатируют УБШ-532Д, «Параматик-Г205Т» и погрузочно-доставочные машины TORO-501DL фирмы «Тамрок».

Главным преимуществом вышеперечисленных комплексов СГО при тяжелых горнотехнических условиях эксплуатации стала их высокая производительность, достигнутая благодаря применению автономного привода. Эти машины имеют схожую конструкцию, состоят из двух шарнирно-сочлененных полурам, обеспечивающую высокую маневренность при работе в забоях. Буровые установки УБШ-532Д и "Параматик Г205Т" применяются для бурения в очистных забоях. Их перфораторы устанавливаются на винтовых и гидроцилиндрических податчиках соответственно, которые обеспечивают большое осевое усилие. Универсальные стрелоподъемные манипуляторы имеют семь ступеней свободы.

Автосамосвалы МоАЗ 7405-9586 показали свою эффективность при транспортировании руды на большие расстояния с небольшими углами подъема трассы. Резкое ухудшение условий работы транспортных машин (увеличение расстояния доставки до 2 км и более, рост объемов вывозки руды с нижних горизонтов по трассам с затяжными подъемами, повышение обводненности шахтных дорог, ухудшение состояния их покрытия) стало причиной ввода в эксплуатацию более мощных автосамосвалов TORO 40 D фирмы «Тамрок». Технические характеристики автосамосвалов приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Технические характеристики автосамосвалов

Параметры	TORO 40 D	МоАЗ-7405-9586
Грузоподъёмность т	40 т	22
Геометрическая ёмкость кузова, м ³	22	14
Грузовместимость кузова, т.	35,4	18,0
Тип дизельного двигателя	САТ 3408	ЯМЗ 238 ТМ
Мощность двигателя, кВт (л.с.)	335(450)	140(190)
Мосты (передний задний)	Кларк 21Д 3747 передний мост балансирует $\pm 10^0$, задний мост жесткий, оба моста ведущие 26,5x25	МоАЗ
Шины, размер	13	18,00x25
Время разгрузки кузова, с		20
Трансмиссия	Ф. Кларк	
-гидротрансформатор	8x4 Ф. Кларк	БелАЗ
-коробка передач	5296	6x2 БелАЗ
База, мм	2313	4450
Колея, мм	380	2320
Клиренс, мм	9000	360
Радиус поворота, мм	15	7600
Преодолеваемый подъем, град		9
Основные размеры, мм	10036	
-длина	3036	8610
-ширина	2987	2860
-высота (максимальная)		2610
очистка выхлопных газов	одноступенчатая с католическим нейтрализатором	двухступенчатая с католическим и жидкостным нейтрализаторами
	28,5	19,5
Масса, т	68,5	41,5
Полная масса, т		

Анализ преимуществ и недостатков ШСО различных производителей

Первыми машинами по конструкции, схожими с ШСО, являлись подземные автосамосвалы. Основу парка этих машин составляли машины Могилевского автомобильного завода. С 1969 г. было выпущено 875 подземных автопоездов МоАЗ-6401 и более 1500 ед. МоАЗ-7405. Для того времени машины соответствовали по своим характеристикам лучшим зарубежным образцам. В основе компоновки шарнирно-сочлененной конструкции подземного самосвала лежал агрегатный метод. На передней полураме (тягаче) размещались дизельный двигатель с двухступенчатой системой очистки выхлопных газов (каталитическая и жидкостная ступени), гидромеханическая коробка передач с автоматической блокировкой гидротрансформатора с отбором мощности на привод гидронасосов, ведущий мост с планетарными колесными передачами с подвеской на полуэллиптических листовых рессорах. Рулевое управление — гидрообъемного типа с механической обратной связью. В седельно-сцепном устройстве, соединяющем обе полурамы машины, впервые начали применять полусферические подшипники скольжения вместо стальных втулок.

С конца 80-х годов на подземных рудниках Казахстана начали применять самосвалы финских («Сандвик «Тамрок»»), шведских («Кируна») и американских («Вагнер») фирм. К этому времени автопоезд МоАЗ-7405 морально устарел в основном из-за двигателя

ЯМ3238KM2. Недостаточная (190 л. с.) мощность двигателя не позволяла перейти на полноприводную схему трансмиссии для работы на уклонах более 10°. Кроме этого, реальный ресурс двигателя, например, в условиях Жезказгана не превышал 4 тысяч мото-часов. В то же время самосвалы фирм «Тамрок», «Кируна», «Вагнер» оснащены эффективными и достаточно надежными двигателями Дойц, Катерпиллар и «Детройт Дизель» с высокой удельной мощностью. На этих машинах, имеющих в основном колесную формулу 4×4, устанавливаются ведущие мосты с многодисковыми тормозами. Даже цена, несколько сотен тысяч долларов, не была серьезным препятствием для закупки в то время этих машин.

Серьезные проблемы, с которыми столкнулись подземные рудники к середине 90-х годов, стали следствием тяжелого экономического кризиса, охватившего как горную промышленность, так и машиностроительные предприятия, производящие горное оборудование. Достаточно хорошо изученные проблемы подземной разработки рудных месторождений и предложенные пути их решения позволяют определить направления развития подземной самосвальной техники. При этом нынешний опыт освоения, производства и эксплуатации отечественных машин, а также использование лучших зарубежных образцов — основа для формулирования требований к узлам и агрегатам современного подземного самосвала.

Двигатель — дизельный, с высокой удельной мощностью (6,2÷6,5 л.с./т), с давлением начала впрыска более 150 МПа, с электронным управлением подачей топлива, охлаждением наддувочного воздуха по схеме «воздух—воздух», с коэффициентом запаса по крутящему моменту 1,30÷1,35, со средним ресурсом 10÷15 тыс. мото-часов; оборудован системой очистки выхлопных газов, оперативной диагностикой.

Трансмиссия — многоступенчатая гидромеханическая коробка передач реверсивного типа с блокируемым гидротрансформатором, с раздачей мощности на передний и задний мосты, с отбором мощности на привод насосов рулевого управления и гидросистемы подъема кузова.

Управление — электронное автоматическое или гидромеханическое (в зависимости от условий работы машины) с системой оперативной диагностики.

Ведущие мосты — с коническим неблокируемым дифференциалом (при отсутствии межосевого дифференциала в коробке передач); оборудованы гидроуправляемыми многодисковыми фрикционными тормозами, охлаждаемыми в масляной ванне.

Рама — шарнирно-сочлененного типа с шарнирами в горизонтальной и вертикальной плоскостях, содержащими полусферические подшипники скольжения; с возможностью установки системы подрессоривания переднего моста.

Рулевое управление — гидрообъемного типа с гидравлической обратной связью, обеспечивающее полное складывание машины за 4÷5 оборотов рулевого колеса.

Тормозная система — многоконтурная (основная — тягача и полуприцепа, стояночная, аварийная), пневмогидравлическая или гидравлическая с возможностью установки тормоза-замедлителя.

Гидравлическая система подъема кузова — с сервоуправлением гидрораспределителем из кабины, содержащая гидронасосы с регулируемой подачей. Применение регулируемых гидронасосов в гидросистемах рулевого управления и подъема кузова требует высокой степени очистки масла (до 10 мкм) за счет установки полнопоточных фильтров в линиях нагнетания и слива.

Кабина — закрытого типа, отапливаемая (при необходимости с очисткой вентилируемого воздуха), снабжена защитой от падающих предметов, с подрессоренным сиденьем водителя, с возможностью управления самосвалом при работе по челночной схеме.

Электрооборудование — в исполнении для условий высокой влажности и запыленности.

Централизованная система смазки.

Система пожаротушения.

Система взвешивания груза.

На международном рынке сейчас наиболее широко представлены самосвалы Торо фирмы «Сандвик «Тамрок»», самосвалы фирмы «Вагнер» («Атлас Копко»), а также самосвалы фирмы «Катерпиллар Элфинстоун». В настоящее время это крупнейшие зарубежные производители подземной колесной техники.

Фирма «Сандвик «Тамрок»» предлагает самосвалы Торо25D, Торо35D и Торо40D соответственно грузоподъемностью 27, 36 и 40 т. Эти машины оснащаются двигателями Дойц воздушного охлаждения (Торо25D — Дойц F12L413W мощностью 277 л. с., Торо35D — Дойц BF12L413FW мощностью 326 л. с.) и Катерпиллар жидкостного охлаждения (Торо40D — CAT3408PCTA мощностью 450 л. с.). На всех самосвалах Торо применяются: гидротрансформаторы, коробки передач и мосты фирмы «Спайсер Офф Хайвэй Продактс Дивижн» (бывш. «Кларк»); гидравлическое оборудование фирм «Маннесманн — Рексрот» и «Дан-фосс». Самосвалы Торо имеют шарнирно-сочлененную раму с лонжеронами коробчатого сечения с двумя вертикальными шарнирами. Угол складывания — 42,5°. Максимальный радиус поворота самосвалов Торо не превышает 9 м, а габариты по ширине и высоте находятся в пределах соответственно 3036 и 2600 мм. Виброзащита рабочего места водителя обеспечивается применением поддрессоренного сиденья. На самосвалах Торо в передний мост устанавливается на балансире с углом качания в поперечной плоскости 10°, задний мост крепится жестко к раме. Шины на всех самосвалах одной размерности — 26,5-25^{1/2}. При этом давление в них устанавливается (в зависимости от грузоподъемности) 0,45—0,55 МПа. Максимальное время опрокидывания кузова на угол 62° у самосвалов Торо не превышает 16 секунд.

По данным специалистов завода, общее число подземных самосвалов на ГОКах СНГ сегодня составляет около 450 единиц. Ежегодная потребность по СНГ — 60-70 машин. Последняя цифра получена исходя из годовых объемов продаж самосвалов горнодобывающим предприятиям России и Казахстана зарубежными фирмами и Могилевским автомобильным заводом. Для производителей подземной самосвальной техники это достаточно большой рынок. Интерес к нему крупных западных фирм будет постоянно расти. Недаром такой известный производитель самосвалов, как «Терекс», ранее не выпускавший подземной техники, недавно приступил к производству подземных шарнирно-сочлененных самосвалов TU40 грузоподъемностью 40 т. Прототипом его послужил самосвал T40. Подземный Терекс оснащен двигателем Детройт Дизель 60-й серии и трансмиссией 4WG310 немецкой фирмы «Цанрадфабрик».

Список использованных источников

1. Ю.А.БОРОВКОВ, В. П. ДРОБАДЕНКО, Д. Н. РЕБРИКОВ, ОСНОВЫ ГОРНОГО ДЕЛА, 2012, ГЛ.2.1-2.5
2. Дильмухамедов, Е.Д. Из истории горной промышленности Казахстана// 1975. – 148-156 с.
3. Тертеров М., Горнодобывающая промышленность в Казахстане, обзор, 2013
4. Белокуров В. Н., Гладков О. В., Захаров А. А., Мелик-Саркисянц А. С., Белокуров В. Н., Гладков О. В., Захаров А. А., Мелик-Саркисянц А. С., 1987, с.91-93