

А.С. КУЗЬМЕНКО, ст. викладач, Г.В. КОЛОМІЦ, асистент  
Криворізький національний університет

## ПОРІВНЯННЯ МОДЕЛЕЙ ТЯГОВОГО ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ЗМІННОГО ТА ПОСТІЙНОГО СТРУМУ КАР'ЄРНОГО САМОСКИДУ

**Мета.** Одним з актуальних питань в гірництві є оптимальне використання існуючого обладнання та механізмів з мінімальними витратами на його ремонт та обслуговування. У статті наведено результати дослідження роботи моделі тягового електроприводу кар'єрного самоскиду з урахуванням характеру технологічної траси для виявлення можливого перегріву електроприводу та оптимізації роботи самоскиду або кар'єрної траси. Основною задачею при створенні моделі було виявити можливі перевантаження електроприводу самоскиду і як наслідок цього перегрів синхронного генератора або приводних двигунів при роботі на технологічній трасі.

**Методи дослідження.** Базовими складовими моделі є некерований діодний міст та двигуни постійного струму, синхронний генератор, модель навантаження на валах двигунів. Проведений розрахунок параметрів моделі електроприводу. Розробка електроприводу кар'єрних самоскидів не стоїть на місці, впроваджуються більш сучасні та ефективні електроприводи. Модель дозволяє відстежувати електричні та температурні перевантаження в роботі електроприводу в залежності від характеру технологічної траси.

**Наукова новизна.** В статті наведені приклади моделювання руху БілАЗу при рідних умовах траси.

**Практична значимість.** Моделювання роботи сучасного електроприводу самоскиду дає можливість виявити перевантаження та неоптимальне його використання на технологічній трасі. Це дає змогу оптимізувати саму трасу кар'єру чи відвалу, визначити оптимальні маршрути руху транспорту що дасть можливість зекономити паливе та зменшити собівартість відпрацювання кар'єру. Створення моделі та її подальший аналіз проводився в математичному пакеті MatLab.

**Результати.** Створенню моделі тягового електроприводу кар'єрного самоскиду присвячена серія робіт, включаючи цю.

**Ключові слова:** кар'єрний самоскид, електропривод, модель, технологічна траса.

**Проблема та її зв'язок з науковими і практичними задачами.** Моделювання тягового електроприводу кар'єрного самоскиду БілАЗ-75131 з урахуванням характеру технологічної траси та кліматичних умов дає можливість оптимально використовувати машину без перевантаження його електроприводу, що в свою чергу зменшує витрати на її ремонт та обслуговування.

Основною задачею при створенні моделі було виявити можливі перевантаження електроприводу самоскиду і як наслідок цього перегрів синхронного генератора або приводних двигунів при роботі на технологічній трасі. Створення моделі та її подальший аналіз проводився в математичному пакеті MatLab.

**Аналіз досліджень і публікацій.** Кар'єрні самоскиди БелАЗ-7513 вантажопідйомністю 130 т призначені для перевезення гірської маси і сипучих вантажів на відкритих розробках корисних копалин по технологічних дорогах в різних кліматичних умовах. Машини можуть бути укомплектовані централізованою системою змащення, кондиціонером, зважують пристроєм, системою автоматичного пожежогасіння. Найбільша ефективність досягається при роботі в комплексі з екскаваторами і навантажувачами з місткістю ковша 20 м<sup>3</sup>.

При створенні автосамоскиду БелАЗ-75131 були використані найсучасніші технічні рішення, спрямовані на значне поліпшення його техніко-економічних показників.

Аналізуючи в цілому показники, що характеризують ефективність використання самоскидів, можна зробити висновок: експлуатація БелАЗ-75131 забезпечує якісно високі техніко-економічні показники.

У машині нового покоління застосована електрична трансмісія змінно-постійного струму з пуско-регулюючою апаратурою на базі мікроелектроніки, встановлений більш потужний, надійний і економічний двигун КТА-50С фірми Cummins, встановлені об'єднана гідросистема, дискові гальма з гідроприводом, кабіна з елементами системи ROPS. Значно підвищено ефективність системи електродинамічного гальмування, яка дозволяє сповільнити рух самоскида аж до повної зупинки. В електроприводі БелАЗ-75131 впроваджені електронні блоки, що спрощують виявлення несправності електроприводу і їх усунення. Винесенні назовні робочих гальмів-

них механізмів забезпечив зручність заміни та обслуговування деталей гальмівних систем, як робочої, так і стоянки. Із застосуванням системи автоматичного змащування Lincoln значно підвищена надійність ходової частини і рульового управління. Необхідно відзначити значне поліпшення умов праці водія в новому самоскиді: значно знижений рівень вібрації і шуму в кабіні, всі машини обладнані кондиціонерами, надійно працюють опалювачі.

**Постановка задачі.** Залежно від комплектації 130-тонні самоскиди в даний час випускаються двох модифікацій - 75131 і 75132, хоча їх модельний ряд передбачає до десятка одиниць.

**Викладення матеріалу і результати.** На вимогу замовника самоскиди можуть випускатися для різних кліматичних умов, комплектуватися кузовами для перевезення порід різної щільності, оснащуватися системою комп'ютерної діагностики.

Аналізуючи в цілому показники, що характеризують ефективність використання самоскидів, можна зробити висновок: експлуатація БелАЗ-75131 забезпечує якісно високі техніко-економічні показники.

За пропозиціями фахівців транспортних служб ГЗК заводчанами постійно проводяться вдосконалення конструкції самоскида і поліпшення його експлуатаційних характеристик, а саме:

встановлено, що зарекомендував себе з кращого боку, електродвигун ТЕД-6 виробництва АТ «Електросила» (Санкт-Петербург);

доопрацьований шкворневої вузол передньої осі;

збільшена ходимість гальмівних накладок гальм;

здійснено більш ретельний технічний контроль складання вузлів гідросистеми і редуктора мотор-колеса;

виконана доробка контролюючих датчиків системи зважування вантажу, що перевозиться, тиску в гідросистемі рульового управління, рівня масла в гідробаку;

проводиться установка системи обліку і контролю рівня палива в баку.

Сьогодні можна сказати, що БелАЗ-75131 є сучасним самоскидом з виразною зовнішністю і індивідуальним характером, що втілює в собі прогресивні технічні рішення.

**Характеристики кар'єрного самоскиду БелАЗ-75131:**

номінальна маса вантажу :  $Q = 130100$  кг

повна маса самоскида  $G = 105100$  кг

радіус кочення шини:  $R = 1,46$  м

передавальне число редуктора мотор-колеса:  $u = 30,36$

коефіцієнт тертя в підшипниках:  $f = 0.02$ ;

діаметр цапфи приводного колеса:  $d = 0.1$  м;

коефіцієнт тертя кочення колесу:  $k = 50 \cdot 10^{-4}$ ;

коефіцієнт додаткових втрат:  $k_p = 5$ ;

номінальна швидкість руху:  $V = 35$  км/год;

кількість приводних двигунів:  $z = 2$ ;

ККД механічної передачі:  $\eta = 0.9$

**Характеристики складових моделі тягового електроприводу самоскиду.** Синхронний генератор ГСН 500/8 УХЛ 2 має такі номінальні дані :  $U = 600$  В,  $I = 2 \times 565$  А,  $n = 1500$  об/хв.

Максимальна короткочасна потужність 1000 кВт. Генератор допускає максимальний струм до 1200 А при тривалості не більше 30с, та струм до 765 А при тривалості не більше 2 хв. У повторно-короткочасному режимі (ПВ 60% при тривалості циклу 40 хв) напруга на виводах випрямлячів допускається  $2 \times 1000$  В. Максимально допустима частота обертання без ушкоджень до 2280 об/хв, тривалістю не більше 2 хв [1].

В якості тягових електродвигунів використовуються двигуни постійного струму типу ЄК-590А УХЛ2 послідовного збудження. Номінальні дані двигунів:  $P = 590$  кВт,  $U = 830$  В,  $I = 760$  А,  $n = 910$  об/хв, к.к.д. = 93.6 %,  $R_{\Sigma} = 0.0112$  Ом.

Електрична схема електроприводу виконана за принципом «силового диференціалу», в якій послідовне включення тягових двигунів забезпечує примусову рівність їх струмів та моментів [2].

**Проектування моделі електроприводу.** Базовими складовими моделі є некерований діодний міст та двигуни постійного струму з бібліотеки SimPowerSystem, спрощений синхронний

генератор, спрощена модель навантаження на валах двигунів. Розрахунок невідомих параметрів моделі двигуна проведений за формулами наведеними в літературі [3].

Модель БілАЗу синтезується з наступних залежностей та формул

Загальний коефіцієнт втрат:

$$\omega_0 = \frac{f \cdot d + z \cdot k}{D} k_p \quad (1)$$

Опір руху по горизонтальній поверхні:

$$W_1 = g \cdot (Q + G) \cdot \omega_0 \quad (2)$$

Додатковий опір при русі під кутом:

$$W_2 = g \cdot (Q + G) \cdot \sin(\alpha) \quad (3)$$

Відповідно сумарний опір руху:

$$W = W_1 \pm W_2 \quad (4)$$

Момент на валу двигунів:

$$M = \frac{W \cdot V}{z \cdot \eta \cdot 10^3} \quad (5)$$

Швидкість руху БілАЗу

$$V = \frac{\omega \cdot R}{u} \quad (6)$$

Залежно від поточної споживаної потужності розраховується спрощена температурна характеристика двигуна.

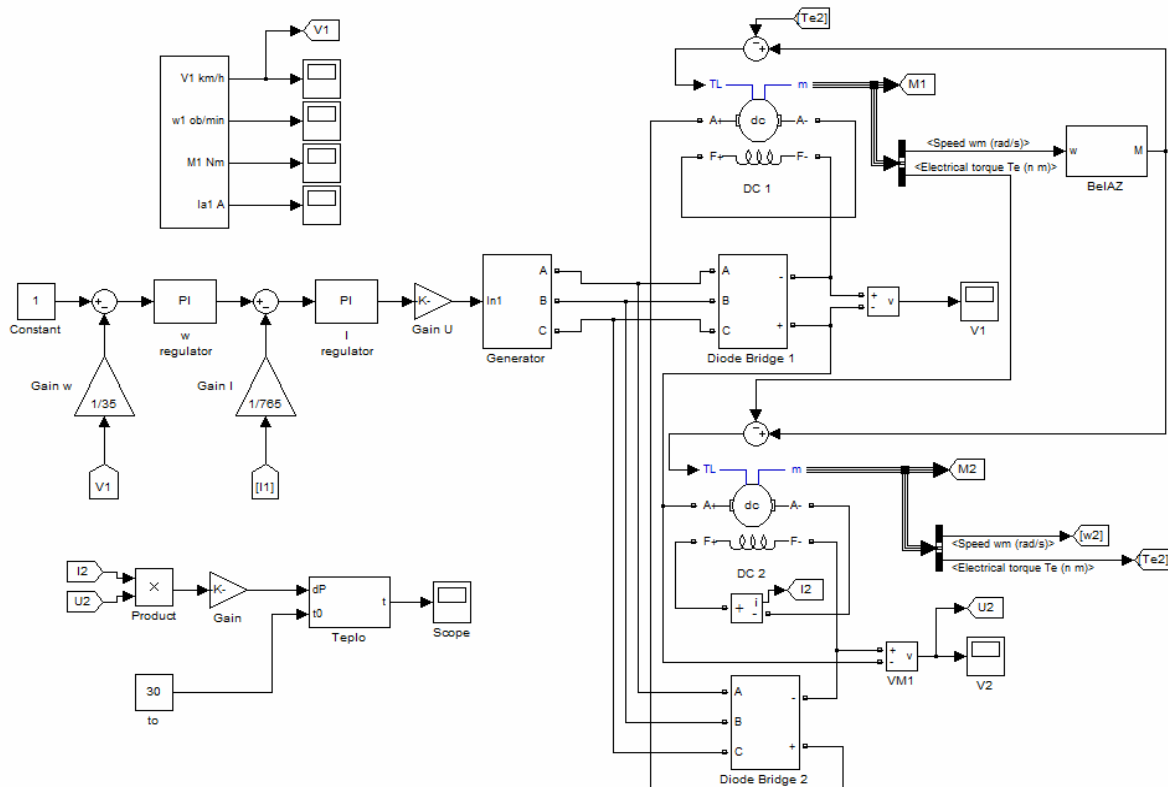


Рис. 1. Модель електроприводу БілАЗ-75131

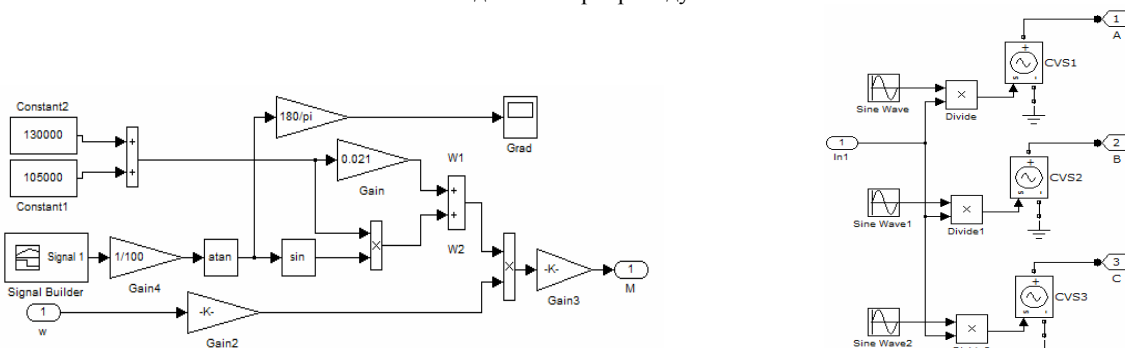


Рис. 2. Модель навантаження двигунів та спрощена модель дизель-генератора

Модель дозволяє відстежувати електричні та температурні перевантаження в роботі електроприводу в залежності від характеру технологічної траси. В якості приклада моделювання приведений рух БілАЗу при геодезичному уклоні 14 %, протягом однієї хвилини. На підсумкових графі-

ках представлені: завдання геодезичного ухилу, струм приводних двигунів, температурна характеристика двигуна.

За результатами моделювання, які наведені в табл. 1, можна вважати що у тяговому режимі, в залежності від поздовжнього ухилу технологічної траси електропривод забезпечує при русі самоскиду з повною масою на підйом наступні максимальні відстані транспортування гірської маси, обмежені нагрівом тягових електричних машин.

Таблиця 1

Результатами моделювання тягового режиму БілАЗу						
Ухил, %	6	7	8	10	12	14
Відстань, м	$\infty$	$\infty$	$\infty$	1000	500	300

Результати моделювання руху БілАЗу по технологічній трасі з ухилом в 12 % протягом хвилини ухилу представлені на рис. 3.

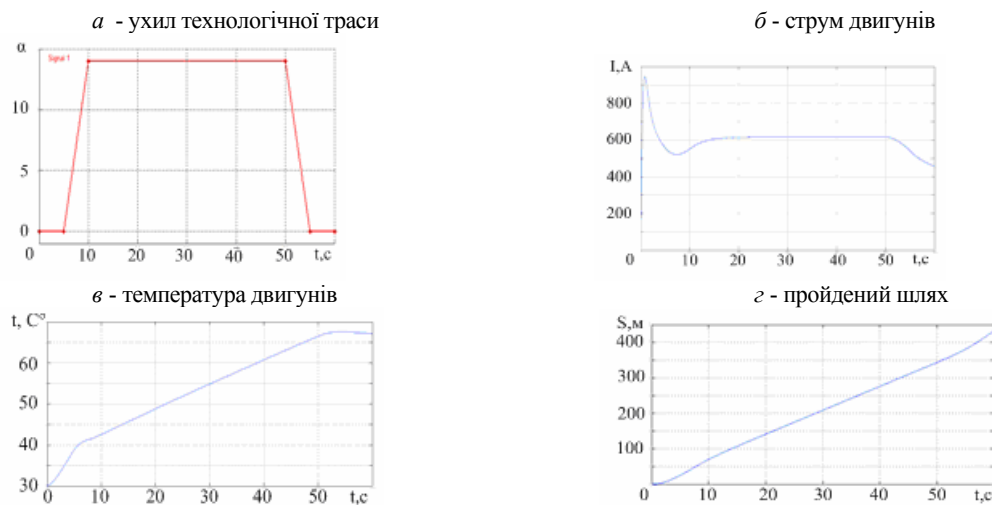


Рис. 3. Результати моделювання електроприводу БілАЗу

**Висновки і напрямок подальших досліджень.** Спрощена модель, на даному етапі створення, адекватно відображає електричні та теплові процеси в приводних двигунах БілАЗу. При аналізі роботи самоскиду на технологічних трасах кар'єру ІнГЗК були виявлені місцеві перевантаження електричної системи автосамоскида при тривалій роботі.

Плануються наступні етапи роботи з моделлю: створення адекватної моделі дизель генератора, ускладнення моделі навантаження двигунів, створення моделі системи керування дизель-генераторної установки.

*Список літератури*

1. **О.П. Хорольський, А.С.Кузьменко, Г.В.Коломіц** Дослідження та моделювання тягового електроприводу кар'єрного самоскиду Білаз-75131 з урахуванням характеру технологічної траси Вісник Криворізького технічного університету. Збірник наукових праць. Випуск 28. Кривий Ріг-2011. С.30
2. **П.А. Морнев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров, И.В. Зырянов.** Карьерный автотранспорт. СПб, «Наука», 2004;
3. **Єфремов И.С.** Теория и расчет тягового привода электромобилей., Москва: Высшая школа, 1984;
4. **Герман-Галкин С. Г.** Компьютерное моделирование полупроводниковых систем в MatLab 6.0: Учебное пособие. – СПб.: Корона принт, 2001.
5. <http://www.mining-media.ru/ru/article/transport/1629-130-tonnye-samosvaly-belaz-v-karera-rossii>
6. **М.Г. Потапов, В.И. Белозеров.** Направления развития карьерного автотранспорта. Горный информационно-аналитический бюллетень. Том 10, 2000 г., с. 288
7. **О.Н. Вуейкова, О.Н. Ларин.** Вопросы повышения эффективности работы карьерного автотранспорта. Вестник Оренбургского государственного университета. Том 10, 2011 г., с.20;
8. **Ларин О.Н.** Факторный анализ производительности карьерного автотранспорта // Транспорт: наука, техника, управление. – 2011. - №1. –С.29.
9. **Марнев П.Л.** Карьерный автотранспорт: состояние и перспективы / **П.Л. Марнев, А.А. Кулешов, А.Н. Егоров.** – СПб.: Наука, 2004. – 429с.
10. **Васильев М.В.** Транспорт глубоких карьеров – М.: Недра, 1981. – 295с.

11. **Резниченко С.С.** Математические методы и моделирование в горной промышленности – М.: МГТУ. 2001. – 400 с.

Рукопис подано до редакції 17.04.17

УДК 519.218.2: 616.98

О.Є. ЛАПШИН, д-р техн. наук, проф., Криворізький національний університет,  
Т.А. ЧЕРНЯЄВА, О.А. ВОЗНІКОВА, Т.Ю. ТОКАР, С.В. НАУМЕНКО, Л.І. КОТОК  
ВСП «Криворізький міський відділ лабораторних досліджень»  
ДУ «Дніпропетровський обласний центр лабораторних досліджень МОЗ України»

## ЕПІДЕМІОЛОГІЧНИЙ НАГЛЯД ЗА ЕНТЕРОВІРУСНИМИ ІНФЕКЦІЯМИ НА СУЧАСНОМУ ЕТАПІ В МІСТІ КРИВОМУ РОЗІ

Автори діляться своїм практичним досвідом по організації практичного нагляду за ентеровірусними інфекціями, надають дані про частоту позитивних лабораторних вірусологічних досліджень на ентеровіруси у людей, зовнішньому середовищі.

**Основні положення** про поліомієліт, розкрито окремі профілактичні заходи, що здійснюються з метою попередження захворювання. Приведені дані про випадки інфікування дітей вірусом поліо- у Закарпатській області та моніторингу циркуляції поліо- та інших ентеровірусів у навколишньому середовищі. Розглянуто державну програму захисту дітей від захворювання, смерті, інвалідизації шляхом проведення рутинної імунізації.

**Метою** епідеміологічного нагляду за ентеровірусними інфекціями є попередження підвищеного ризику спалаху поліомієліту в Україні та елімінації вірусу в державі шляхом створення колективного імунітету, що зупинить циркуляцію вірусу.

**Основним методом досягнення мети** є проведення рутинної імунізації – програми, яка проводиться для всього населення, зокрема для всіх дітей, щоб забезпечити захист від смерті, інвалідизації та захворювань, які можуть викликати інфекції. Проведення турової імунізації (або додаткові заходи з імунізації, кампанія з додаткової імунізації) передбачають введення додаткових доз вакцини для великої кількості населення протягом короткого періоду.

**Науковою новизною** є запровадження інформаційної підсистеми як основного елемента епідеміологічного нагляду, яка забезпечує отримання даних щодо епідемічної ситуації і базується на результатах вірусологічних досліджень.

**Здійснення епідеміологічного нагляду** за ентеровірусними інфекціями не можливо без належного вірусологічного лабораторного забезпечення. Вірусологічний моніторинг ентеровірусних інфекцій є провідною складовою інформаційної підсистеми епідеміологічного нагляду за цими хворобами. Від його результативності залежить ефективність його функціонування аналітично-діагностичної та організаційно-виконавчої підсистем. Велике значення має створення колекції ентеровірусів, її належне зберігання, що є запорукою для розвитку молекулярної епідеміології ентеровірусних інфекцій, прогнозування перебігу їх епідемічного процесу.

**Ключові слова:** ентеровірусні інфекції, поліовіруси, елімінація поліомієліту, імунопрофілактика

Епідеміологічний нагляд за інфекційною хворобою – це система динамічної комплексної оцінки стану і тенденцій розвитку епідемічного процесу в просторі та часі серед різних груп населення з урахуванням впливу на його активність соціальних та природних факторів, кінцевою метою якого є розробка і реалізація науково - обґрунтованих профілактичних та протиепідемічних заходів.

У той же час, визначені на підставі аналізу даних епідеміологічного нагляду особливості епідемічного процесу інфекції на певному етапі його розвитку вимагають внесення змін до системи епідеміологічного нагляду з метою підвищення його інформативності та ефективності профілактичних заходів.

В місті Кривому Розі здійснюється моніторинг циркуляції поліо- та інших ентеровірусів відповідно до Програми лабораторно-інструментального контролю факторів навколишнього середовища з державного замовлення. Дослідження проводяться на базі Відокремленого структурного підрозділу «Криворізький міський відділ лабораторних досліджень ДУ «Дніпропетровський обласний лабораторний центр МОЗ України» у мікробіологічній лабораторії.

Вірусологічні дослідження, виконані мікробіологічною лабораторією ВСП «Криворізький міський відділ лабораторних досліджень ДУ «Дніпропетровський обласний лабораторний центр МОЗ України» за 2013-2016 роки надані в таблиці