

УДК 622.673-52

СИСТЕМИ АВТОМАТИЗАЦІЇ ТА ЕЛЕКТРОПРИВОД ШАХТНОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ

І.С. Воробйова, студент, керівник **О.В. Чермалих**

Національний технічний університет України «КПІ», м. Київ
пр. Перемоги, 37, 03057, м. Київ, Україна. E-mail: iceirish@ukr.net.

Показана актуальність створення і описана концепція побудови систем керування, комплексного захисту, реєстрації і візуалізації режимів роботи шахтних підйомних установок. Розглянуті та порівняні сучасні системи автоматизованого електроприводу шахтної підйомної установки.

Ключові слова : шахтна підйомна установка, система захисту та контролю, електропривод.

SYSTEMS OF AUTOMATION AND ELECTRIC DRIVE OF MINE WINDING PLANT

I. Vorobjova, O. Chermaluh

National Technical University of Ukraine “Kyiv Polytechnic Institute”, Kyiv
Peremogy av., 37, 03057, Ukraine. E-mail: iceirish@ukr.net.

Shown actuality of creation and described conception of control system construction, complex defense, registration and visualization operation modes of mine winding plant. Considered and the compared modern systems of automatized electric drive of mine winding plant.

Keywords : mine winding plant, defense and control system, electric drive.

СИСТЕМЫ АВТОМАТИЗАЦИИ И ЭЛЕКТРОПРИВОД ШАХТНОЙ ПОДЪЕМНОЙ УСТАНОВКИ

И.С. Воробьева, О.В. Чермалых

Национальный технический университет Украины «КПИ», г. Киев
пр. Победы, 37, 03057, г.Киев, Украина. E-mail: iceirish@ukr.net.

Показана актуальность создания и описана концепция построения систем управления, комплексной защиты, регистрации и визуализации режимов работы шахтных подъемных установок. Рассмотрены и сравнены современные системы автоматизированного электропривода шахтной подъемной установки.

Ключевые слова : шахтная подъемная установка, система защиты и контроля, электропривод.

У зв'язку з особливою технологічною важливістю ШПУ в шахтному виробництві, великими розмірами збитку від аварій, а також високим рівнем вимог до безпеки підйому людей, для керування такими установками припустиме застосування лише автоматизованих систем, що передбачають обов'язкову участь людини. У міру вдосконалювання систем автоматизації ШПУ обсяг функцій, виконуваних людиною, неухильно зменшувався, і в цей час за ним залишилися функції, що важко піддаються автоматизації або більш надійно виконувані людиною в штатній і, особливо, в позаштатній ситуації, а також функції загального контролю ситуації і вживання екстрених заходів.

Проблема підвищення ефективності і безпеки роботи (ШПУ) досить актуальна для видобувної галузі. Умовами для її рішення є:

- виконання комплексної автоматизації;
- скорочення експлуатаційних витрат завдяки високій якості і надійності використовуваних технічних засобів і різкому зменшенню їхнього різноманіття;
- наявність можливості оптимізації технологічного процесу, а також діагностування стану устаткування і перехід до більш економічного способу його обслуговування;
- надання оперативному, обслуговуючому і керівному персоналу своєчасної і достовірної інформації про поточні режими роботи ШПУ, необхідної для прийняття адекватних управлінських рішень і правильного аналізу ситуації.

ПРИЗНАЧЕННЯ ТА ВИМОГИ ДО СИСТЕМ АВТОМАТИЗАЦІЇ

Головними функціями систем керування і комплексного захисту ШПУ є контроль руху, захист від неприпустимих режимів роботи, видача шляхових команд, реєстрація поточних даних, візуалізація поточної і накопиченої інформації про режими роботи і параметри ШПУ.

Ключовими вимогами, що визначили технічні рішення, стали універсальність систем стосовно представницького ряду ШПУ, дублювання технічних засобів відбору і обробки інформації про параметри безпеки, а також взаємний контроль вірогідності функціонування цих засобів.

З огляду на розташування апаратури і відносно жорсткі умови експлуатації, дубльовані технічні засоби обробки інформації виконують у вигляді двоканального апарату контролю ходу і захисту (АКХЗ), розміщеного в шафі зі ступенем захисту не нижче IP54. Для повного дублювання функцій захисту до кожного із двох резервованих одночасно працюючих каналів, утворених контролерами з відповідним набором модулів вводу-виводу, підключають дубльовані засоби відбору інформації про параметри безпеки ШПУ, а дубльовані канали, що живляться від окремих джерел безперебійного живлення.

Система керування і комплексного захисту установки ШПУ, реєстрації і візуалізації режимів її роботи, або скорочено система ЗКРР (захисту, контролю руху й реєстрації), реалізована як відкрита система, придатна для подальшого розвитку (рис. 1).

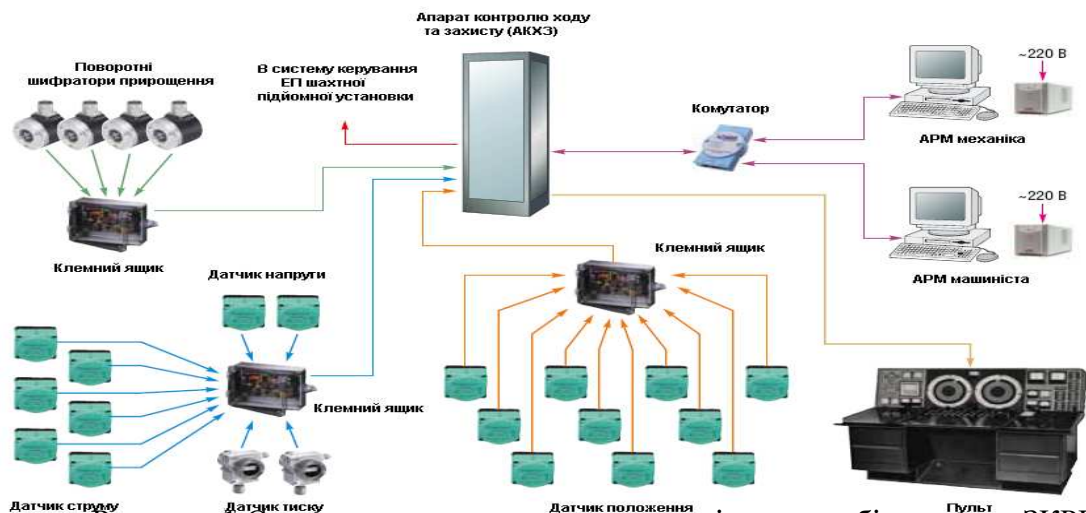


Рисунок 1 Структурна схема комплексу технічних засобів системи ЗКРР

Розроблена система виконує наступні основні функції:

- захист ШПУ при виході значень параметрів безпеки за припустимі межі, задані у вигляді уставок спрацювання;

- контроль справності елементів, вузлів і блоків, вихід з ладу яких приводить до втрати захисних функцій системи;
- видача повідомлень машиністові про проковзування каната за результатами ведення відповідного контролю;
- блокування, що не допускає самовідновлення систем після зникнення або усунення причини спрацювання захистів;
- видача в заданих точках шляху шляхових команд, необхідних для безпечного керування і захисту ШПУ;
- контроль ланцюга гальма запобіжного (ГЗ) і визначення причин його спрацювання;
- формування сигналу неузгодженості фактичної і заданої швидкостей руху і вивід його для візуального контролю на відповідний прилад, представлений на АРМ машиніста;
- контроль стану і положення устаткування ШПУ по сигналах відповідних датчиків і видача повідомлень;
- візуалізація заданих режимів роботи, місця розташування підйомних посудів у стовбурі, швидкості руху підйомних посудів (тахограм), а також значень заданої і фактичної швидкостей руху, пройденого шляху, струмів якоря і порушення електродвигуна, тиску в системах ГЗ і ГР (гальмо робоче);
- реєстрація, збереження, архівування і документування інформації про стан і режими роботи ШПУ.

ШАХТНА ПІДЙОМНА МАШИНА ЯК ЄДИНИЙ АВТОМАТИЗОВАНИЙ

ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС

Такий підхід лежить в основі функціонування НФП «Мідіел» (Росія), яка спеціалізується на розробці і поставці повністю укомплектованих найбільш розповсюджених технологічних комплексів, зокрема в підйомних машинах.

Комплекс задач, розв'язуваних при постачанні підйомних машин:

- комплектне постачання механічної і електричної частин, забезпечення шефмонтажа, авторського нагляду і гарантійного обслуговування;
- постачання підйомних машин із сучасною системою швидкодіючих багатоеlementних дискових гальм високого тиску з регульованою системою гальмування на базі вузлів фірми АВВ;
- комплектація електроприводів машин сучасним електроприводом постійного або змінного струму із системами керування, автоматизації і контролю на базі мікропроцесорної техніки(рис. 2 та рис. 3);
- комплектація механічної і електричної частин машин сучасними системами діагностики і контролю основних функціональних вузлів з максимальною комп'ютеризацією.

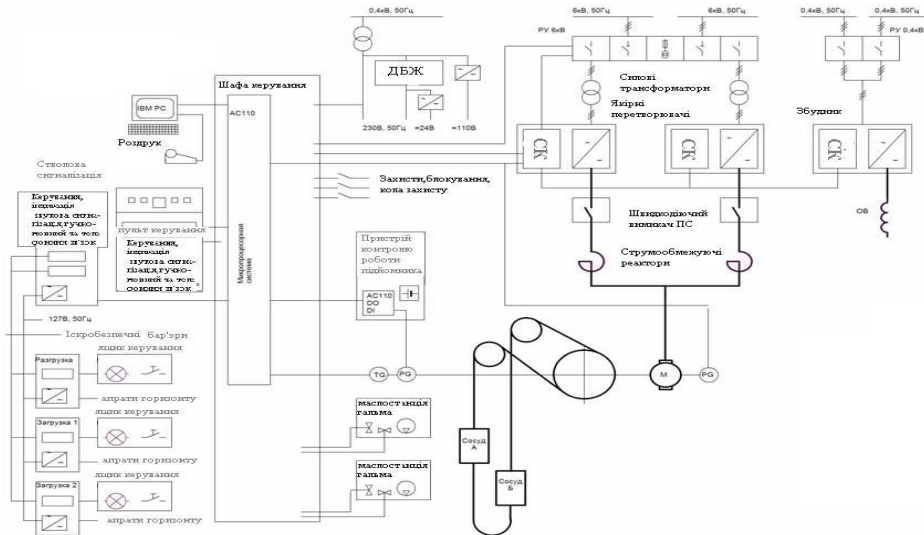


Рисунок 2 Структурна схема електропривода постійного струму та автоматики за системою ТП-Д з реверсом в якріному колі.

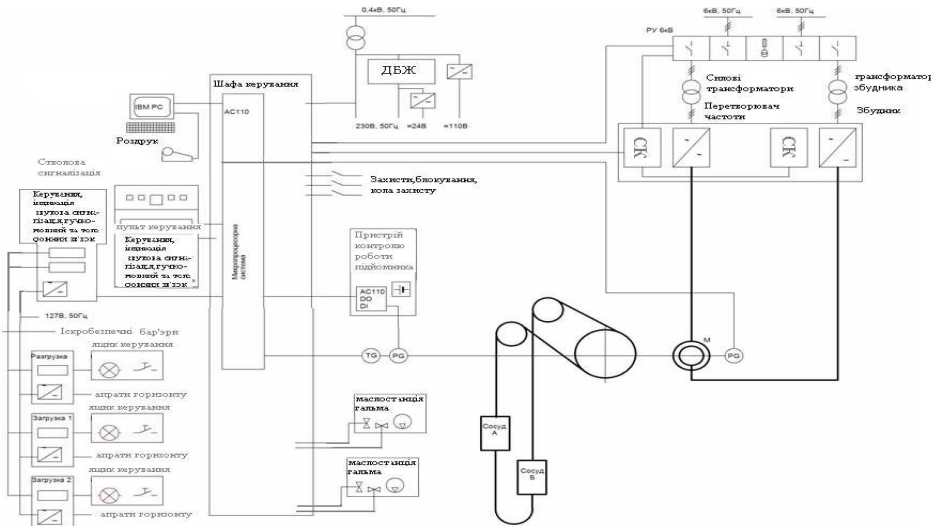


Рисунок 3 Структурна схема електропривода змінного струму та автоматики ШПМ за системою БПЧ-СД.

На рисунку 4 представлено сучасний автоматизований технологічний комплекс ШПМ з електроприводом змінного струму вітчизняного виробництва з тихохідним синхронним двигуном для крупних машин з частотним регулюванням на базі БПЧ.

Основні особливості виробу:

- використання методу прямого регулювання обертаючого моменту (DTC) для забезпечення виключно високих експлуатаційних характеристик: швидкості обертів та обертового моменту;
- силові напівпровідникові пристрої IGCT, що забезпечують найвищі робочі характеристики та надійність;
- активний випрямляючий модуль для 4-кватрної роботи з пониженим вмістом гармонік та регульованим коефіцієнтом потужності;
- модульна конструкція, що забезпечує отримання оптимальних конфігурацій.

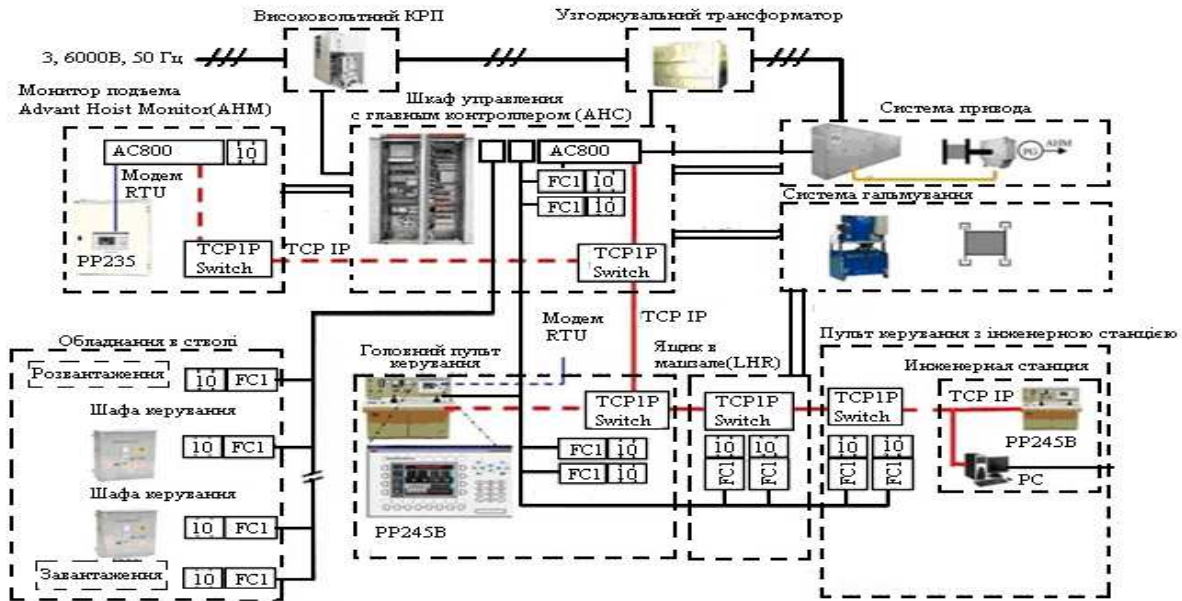


Рисунок 4 Сучасний електропривод змінного струму з синхронним двигуном для великих ШПМ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОПРИВОДУ ШАХТНОЇ ПІДЙОМНОЇ УСТАНОВКИ

Основною вимогою до електроприводу шахтної підйомної установки (ШПУ) є забезпечення виконання необхідної швидкісної діаграми, що дозволяє отримати необхідні динамічні показники в період розгону і під час гальмування, а також при підтягуванні підйомного сосуду до місця розвантаження.

Найбільш широке застосування для електроприводів скіпових шахтних підйомних машин знайшли 12-пульсні схеми з неререверсивним ТП в ланцюгу якоря та реверсивними перетворювачами в ланцюгу збудження. Маючи меншу швидкодію у порівнянні зі схемою з реверсивним ТП в ланцюгу якоря при відпрацюванні керуючих та збурюючи впливів, ця схема, тим не менш, задовольняє потребам для даного типу механізмів за наступними міркуваннями: в шахтних підйомних установках в нормальних режимах відсутні швидкі зміни моменту навантаження; в шахтних підйомних установках наявність пружних зв'язків у вигляді канатів потребує виключити можливість швидких змін керуючих впливів.

На рисунку 5 наведена схема головного привода скіпової підйомної машини, в якому застосовані сучасні комплектні тиристорні перетворювачі з мікропроцесорним керуванням.

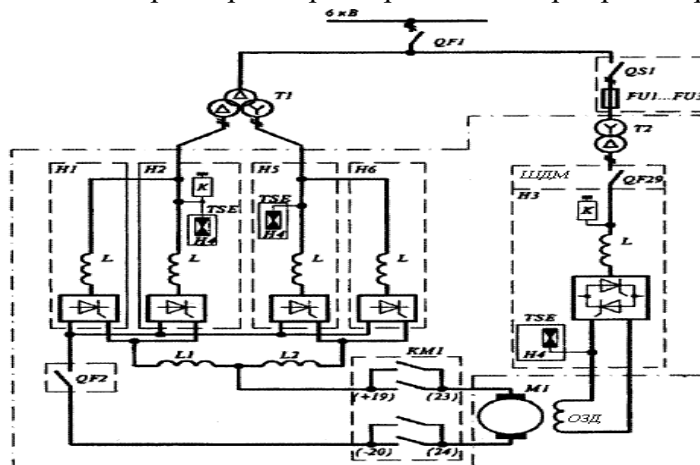


Рисунок 5 Однолінійна схема головного привода скіпової підйомної машини

На рисунку 6 наведена схема електропривода підйомної установки з реверсивним тиристорним перетворювачем за 12-ти пульсною схемою в ланцюгу якоря (в однолінійному зображенні).

Тиристорні перетворювачі нової серії УКТЕШ-МП для ШПУ виробляють в Україні методом повузлової збірки з використанням готових та випробуваних комплектуючих блоків, плат та програмного забезпечення АВВ. Комплектуючі модулі виробляються підприємствами Німеччини та Швейцарії.

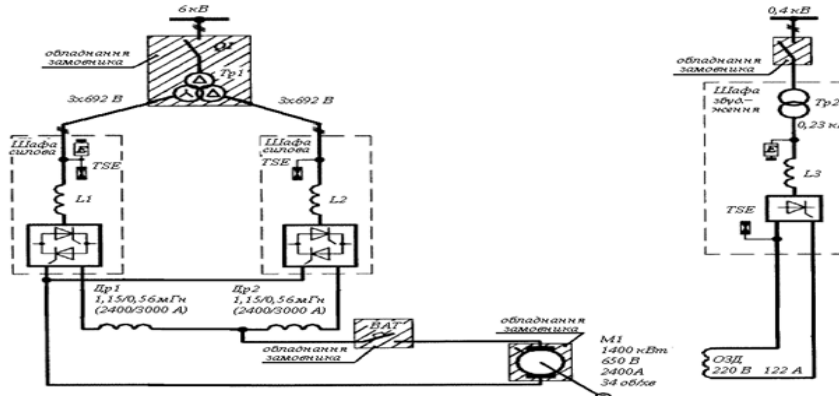


Рисунок 6 Схема електропривода підйомної установки з реверсивним тиристорним перетворювачем за 12-ти пульсною схемою в ланцюгу якоря

Типовий електропривод шахтної підйомної машини містить (рис.7) двигун постійного струму з живленням якоря від реверсивного тиристорного перетворювача та обмотки збудження від неревверсивного тиристорного збудника, вбудованого в шафу якорного перетворювача.

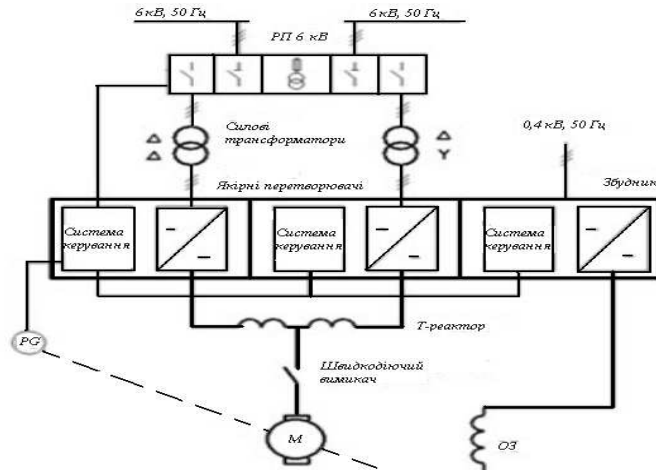


Рисунок 7 Сучасний типовий ЕП ШПУ за системою ТП-Д з реверсом в колі якоря

За кордоном останні 15-20 років безредукторний електропривод виконується тільки по системі «БПЧ-СД». Електроприводи постачаються ведучими закордонними фірмами Німеччини(Siemens), Швеції(АВВ), Франції(Alstom), США та Канади.

Порівнявши електроприводи, були зроблені наступні висновки:

- електропривод БПЧ-СД перевершує привод Г-Д за ваговими показниками, витратами на затрачену електроенергію та обслуговування.
- електропривод БПЧ-СД у порівнянні з приводом ТП-Д дорожче на 2%, але, завдяки

більш високому к.к.д. та меншій на 11% вартості споживаної електроенергії, окупається за 1,6 року при вартості 0,01 доларів США за 1 кВт.

На рисунку 8 наведена схема силового ланцюга електропривода для шахтної підйомної машини, який було виконано за еквівалентною (по відношенню до живильної мережі) 12-пульсною схемою.

Основними елементами синтезу САК електроприводів такого типу є диференційні рівняння об'єкта регулювання та методи перетворення цих диференційних рівнянь при зміні систем координат (систем відліку), в яких формується керуючий вплив.

В основі методики синтезу лежить уявлення нестационарного багатозв'язного об'єкта (яким є СД) у вигляді деякої сукупності стаціонарних підоб'єктів, з лінійними ланками в основних каналах регулювання змінних з послідовною корекцією параметрів.

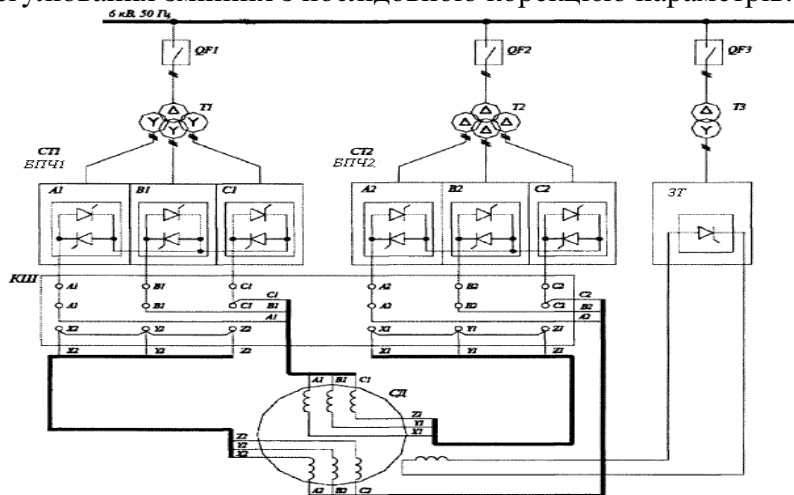


Рисунок 8 Однолінійна схема головного привода скіпової підйомної машини

Сукупність цих принципів дозволяє, з одного боку, отримувати такі необхідні показники конкретних електроприводів, як висока перевантажувальна здатність, висока ступінь використання габаритної потужності електрообладнання, заданий діапазон регулювання швидкості, а з іншого боку, уніфікувати вузли схем незалежно від виду конкретної структури регулюючої частини САК.

ВИСНОВКИ

Описані системи автоматизації електроприводу універсальні стосовно представницького ряду ШПУ, мають достатню гнучкість і відкриту архітектуру технічних засобів. Все це не тільки забезпечує широке застосування систем за рахунок адаптації до різних умов, але і дозволяє нарощувати і удосконалювати їх, що відкриває перспективи подальшого і довгострокового застосування системи ЗКДР на шахтах і рудниках в умовах мінливих вимог правил безпеки.

Застосування сучасних засобів мікропроцесорної техніки дозволяє реалізувати уніфіковану систему з програмно-апаратними компонентами, що виконує функції керування різними типами головного приводу шахтних підйомних машин, режимами аварійного гальмування, виміру, контролю, відображення і збереження інформації про положення і швидкість підйомних судин.

Така система легко інтегрується в єдину АСКТП вугільного підприємства.

У теперішній час можна виділити декілька тенденцій у відношенні керованого електропривода ШПУ.

Серед діючих приводів для шахт малої та середньої потужності та висоти найбільше застосування має асинхронний привод (одно-дводвигунний варіанти), виконані на машинах

з фазним ротором, а шахти середньої та великої потужності обладнані системами Г-Д та ТП-Д.

На змінному струмі знайшли застосування асинхронні електроприводи з живленням від перетворювача частоти (ПЧ).

В останній час в якості приводного двигуна починають використовувати синхронний двигун (СД) з частотним регулюванням.

Також спостерігається стійкий перехід від редукторних приводів до без редукторних.

ЛІТЕРАТУРА

1. Бешта О.С., Балахонцев О.Б. Електропривод шахтних підйомних установок. Перспективи розвитку // Гірнична електромеханіка та автоматика. – 2007. – Вип.78/2007. с.115-118.

2. Остроухов І.О., Борисенко В.Ф. Порівняльний аналіз систем електроприводів шахтних підйомних установок // Збірник трудів ДонНТУ. - 2005. –с.143-145.

3. Дацьковський Л.Х. Роговий В.І. Електропривод шахтних стаціонарних установок. Сучасний стан та перспективи// Електромашинобудування та обладнання. – 2006. – Вип. 66/2006. с.85-93.

4. <http://www.cta.ru>

5. <http://www.midiel.com>