СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**Електропривод в металургії та машинобудуванні**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
|  | **Ступінь освіти**  | магістр |
| **Освітня програма**  | Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка  |
| **Тривалість викладання**  | 3, 4 чверті |
| **Заняття:**  | Весняний семестр  |
| Лекції (год/тижд.):  | 2 год. (3 чв.) та 2 год. (4 чв.) |
| практичні заняття (год/тижд.):  | 1 година (3 та 4 чв.) |
| **Підсумковий контроль** | залік |
| **Мова викладання**  | українська  |

|  |  |
| --- | --- |
| **Сторінка курсу в СДО НТУ «ДП»:**  | <https://do.nmu.org.ua/course/index.php?categoryid=11> |
| **Кафедра, що викладає** | Електропривода |

**Викладач:**

|  |  |
| --- | --- |
| https://www.nmu.org.ua/upload/uf/aec/aeccf472046d2b93b2d5d0472f2234ff.jpg | **Бешта Олександр Степанович** Доктор технічних наук, професор, член-кореспондент Національної академії наук України, заслужений діяч науки і техніки України, лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки. |
| **Автор монографій** 1. Цифрова ідентифікація параметрів електромеханічних систем  в задачах енерго- і ресурсозбереженя: монографія/ О.С.Бешта, Г.Г.Півняк, С.Б.Тулуб; Нац. горн. ун-т. – Д.: НГУ , 2004.  – 236 с.
2. Тенденції розвитку технологій та систем енергозбереження при видобуванні енергетичної сировини: монографія / Г.Г.Півняк,О.С.Бешта,  О.М.Шашенко, О.М.Кузьменко та ін.; Нац. горн. ун-т. – Д: НГУ , 2010.  –288 с.
 |

1. Екологічна та економічна складові використання геотехнічних систем України: монографія / Г.Г.Півняк,О.С.Бешта, П.І.Пілов, О.М.Кузьменко та ін.; Нац. горн. ун-т. – Д.: НГУ , 2011. 176 –с.
2. Традиційні та нетрадиційні системи енергозабезпечення урбанізованих і промислових територій: монографія /Г.Г.Півняк,О.С.Бешта, О.М.Табаченко, В.І. Самуся та ін..; Нац. горн. ун-т. – Д.: НГУ , 2013.  – 333 с.
3. Економічні й екологічні аспекти комплексної генерації та утилізації енергії в умовах урбанізованих територій: монографія /Г.Г.Півняк,О.С.Бешта, П.І.Пілов,О.М.Табаченко та ін.; Нац. горн. ун-т. – Д.: НГУ , 2013.  – 317с.
4. Бешта А.С.  Автоматизация  технологических  процессов  на  мелкосортных  прокатных станах: монография /А.С. Бешта, В.Н. Куваев, О.Е. Потап, А.П. Егоров. – Днепропетровск: «Дріант», 2014. – 283 с. ISBN 978-966-2394-19-1

**Автор навчальних посібників**

1. Автоматизований електропривід у прокатному виробництві : посіб. для наук.-пед. працівників  / О.С. Бешта,О.В.Балахонцев,В.А.Бородай  ; Нац. горн. ун-т. –

Д: НГУ, 2011.  – 270с.

1. ElektrischeMaschinenundAntriebe : посіб. для наук.-пед. працівників /  E.Nolle,  A.Beshta ; National Mining University.  – D:NMU, 2013. – 232 р.
2. Англійська мова для студентів електромеханічних спеціальностей: посіб. для наук.-пед. працівників  / О.Б. Іванов,О.С. Бешта,О.М.Долгов та ін.; Нац. горн. ун-т. – Д: НГУ, 2013.  – 318 с.

|  |
| --- |
| **Е-mail:** beshtaa@nmu.one |

**1. Анотація до курсу**

Предметом курсу є системи електропривода середньої і великої потужності, що використовуються у технологічних процесах виготовлення металевого прокату для різних галузей економіки, зокрема для машинобудівної.

Такі системи електропривода зазвичай є унікальними і відрізняються специфічними вимогами до регулювання швидкості і моменту на валу електродвигуна. Крім вимог технологічного процесу виробництва, до цих систем електропривода пред’являються вимоги енерго- і ресурсозбереження, що ускладнює процес керування.

Сучасні електроприводи металургійної галузі і машинобудування є взаємопов’язаними технологічним процесом електроприводами і тому в курсі розглядаються питання керування взаємопов’язаних по навантаженню або по живленню електроприводів.

Такі системи електропривода складають єдину автоматизовану систему керування технологічним процесом (АСКТП), що керується засобами керування вищого рівня автоматизації. Ці системи електропривода розглядаються як локальні АСКТП.

Локальні АСКТП вирішують певні технологічні задачі, наприклад, забезпечують швидкісний режим прокатки та регулювання натягу у міжклітьовому проміжку для виконання вимог якості готової продукції. У цьому випадку розглядаються принципи керування локальною АСКТП для виконання поставленої мети.

**2. Мета та завдання курсу**

**Мета дисципліни** – формування компетентностей щодо побудови, принципу дії та аналізу процесів в системах електроприводів, що використовуються в металургійній промисловості та машинобудуванні.

**Завдання курсу:**

* ознайомити здобувачів вищої освіти з основними принципами побудови технологічних процесів виготовлення металопрокату і його використання у різних галузях економіки, зокрема у машинобудуванні;
* ознайомити з класифікацією, призначенням, загальною будовою систем електропривода металургійної промисловості та машинобудування;
* ознайомити з технологією прокатки і вимогами до електропривода станів гарячої і холодної прокатки, особливостями неперервної прокатки;
* вивчити принципи регулювання струму у нереверсивних і реверсивних вентильних електроприводах, способи адаптації до режиму переривистого струму, особливості регулювання струму в багатомостових електроприводах та у системі електропривода "генератор-двигун";
* розглянути схеми та принципи керування кутовою швидкістю, ЕРС або напруги, потоку;
* вивчити побудову та принципи дії систем вирівнювання навантаження у багатодвигунових електроприводах;
* розглянути принципи регулювання параметрів режиму у системі електропривода "генератор-двигун;
* ознайомитись та вивчити принципи автоматичного керування положенням, точної зупинки електропривода, розглянути системи електричної синхронізації;
* ознайомитися з принципами регулювання натягу і розглянути системи регулювання натягу;
* ознайомитися із задачами автоматизації прокатних станів, принципами регулювання товщини металу;
* ознайомитися із схемами автоматичного регулювання товщини і натягу;
* розглянути схеми керування системами електропривода прокатних станів металургійних підприємств.

**3. Результати навчання:**

Мати уявлення про загальні принципи побудови систем електропривода металургійного виробництва і машинобудування, розуміти принцип дії, призначення та аналізувати процеси у цих системах, розуміти принципи створення локальних автоматизованих систем керування технологічним процесом.

**4. Структура курсу**

**Лекції**

1. ЗАГАЛЬНІ ПИТАННЯ ПРОКАТНОГО ВИРОБНИЦТВА

1.1. Технологічний процес металургійного виробництва

1.2. Прокатне виробництво та класифікація прокатних станів

1.3. Механічне обладнання прокатних станів

1.4. Електричне обладнання прокатних станів

1.5. Основи теорії прокатки

1.6. Визначення моменту прокатки і моменту на валу двигуна

2. ТЕХНОЛОГІЯ ПРОКАТКИ І ВИМОГИ ДО ЕЛЕКТРОПРИВОДА

2.1. Реверсивні стани гарячої прокатки

2.2. Особливості неперервної прокатки

2.3. Неперервні стани гарячої прокатки

2.4. Стани холодної прокатки

2.5. Допоміжні механізми прокатних станів

3. РЕГУЛЮВАННЯ СТРУМУ В ЕЛЕКТРОПРИВОДІ

3.1. Регулювання струму у нереверсивних вентильних електроприводах

3.2. Способи адаптації до режиму переривистого струму

3.3. Особливості регулювання струму в реверсивних вентильних електроприводах

3.4. Особливості регулювання струму в багатомостових електроприводах

3.5. Регулювання струму у системі електропривода "генератор-двигун"

4. РЕГУЛЮВАННЯ НАПРУГИ, ЕРС Й ШВИДКОСТІ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

4.1. Регулювання кутової швидкості

4.2. Регулювання ЕРС або напруги

4.3. Керування полем двигуна

4.4. Вирівнювання навантаження у багатодвигунових електроприводах

4.5. Регулювання параметрів режиму у системі електропривода "генератор-двигун"

5. РЕГУЛЮВАННЯ ПОЛОЖЕННЯ ЕЛЕКТРОПРИВОДА

5.1. Точна зупинка електропривода

5.2. Автоматичне регулювання положення за відхиленням

5.3. Параболічний регулятор положення

5.4. Системи електричної синхронізації

6. ЕЛЕКТРОПРИВОД З РЕГУЛЮВАННЯМ НАТЯГУ

6.1. Принципи регулювання натягу

6.2. Моменти на валу електропривода натяжних механізмів

6.3. Система регулювання натягу й швидкості натяжних механізмів

6.4. Однозонна система регулювання натягу

6.5. Однозонна система регулювання натягу при змінному потоку

6.6. Двохзонна система регулювання натягу (комбінована)

7. АВТОМАТИЗАЦІЯ ПРОКАТНИХ СТАНІВ

7.1. Задачі автоматизації

7.2. Теоретичні принципи регулювання товщини металу при гарячій прокатці

7.3. САРТ і Н неперервних станів гарячої прокатки

7.4. Теоретичні принципи регулювання товщини металу при холодній прокатці

7.5. САРТ і Н неперервних станів холодної прокатки

8. ЕЛЕКТРОПРИВОД ПРОКАТНИХ СТАНІВ

8.1. Реверсивні стани гарячої прокатки

8.2. Неперервні стани гарячої прокатки

8.3. Реверсивні стани холодної прокатки

8.4. Неперервні стани холодної прокатки

**Практичні ЗАНЯТТЯ**

1. Вивчення конструкції, принципів дії, режиму роботи механізмів установки валків(гвинти, що натискують) та визначення потужності електропривода цих механізмів
2. Вивчення конструкції, принципів дії, режиму роботи маніпуляторів визначення потужності електропривода цих механізмів
3. Вивчення конструкції, принципів дії, режиму роботи рольгангів і станинних роликів та визначення потужності електропривода цих механізмів
4. Вивчення конструкції, принципу дії, режиму роботи намотувально-розмотувальних машин та визначення потужності електропривода цих механізмів.
5. Вивчення конструкції, принципу дії, режиму роботи ножиць та визначення потужності електропривода цих механізмів

**5. Технічне обладнання та/або програмне забезпечення**

Під час виконання практичних робіт використовуються пакети MS Excel та MATLAB.

**6. Система оцінювання та вимоги**

6.1. Навчальні досягнення здобувачів вищої освіти за результатами вивчення курсу оцінюватимуться за шкалою, що наведена нижче

|  |  |
| --- | --- |
| Рейтингова шкала | Інституційна шкала |
| 90 – 100  | Відмінно/ Excellent |
| 75-89  | Добре/ Good |
| 60-74  | Задовільно/ Satisfactory |
| 0-59  | Незадовільно/ Fail |

6.2. Практичні роботи приймаються за контрольними запитаннями до кожної з роботи. Кожна із 6 робіт оцінюється по 10-бальній шкалі (тобто максимальна сума балів за лабораторні роботи складає 60 балів).

6.3. Теоретична частина оцінюється за результатами здачі наприкінці кожної чверті двох контрольних тестових завдань, кожне з яких містить 25 запитань. За правильну відповідь на одне запитання студент отримує 2 бали (тобто максимальна оцінка за теоретичну частину – 100 балів).

6.4. Підсумкова оцінка за курс (за 100-бальною шкалою):

де СБлр – сума балів за здачу лабораторних робіт; СБт – сума балів за теоретичну частину; 60 – максимальна сума балів за лабораторні роботи; 100 – максимальна кількість балів за теоретичну частину; 4 – кількість годин на тиждень лабораторних робіт; 5 – кількість годин на тиждень лекцій.

6.5. Здобувачі вищої освіти можуть отримати підсумкову оцінку з дисципліни на підставі поточного оцінювання знань за умови, якщо набрана кількість балів з поточного тестування з теоретичної частини та практичних робіт складатиме не менше 60 балів.

**7. Політика курсу**

7.1. Політика щодо академічної доброчесності

Академічна доброчесність здобувачів вищої освіти є важливою умовою для опанування результатами навчання за дисципліною і отримання задовільної оцінки з поточного та підсумкового контролів. Академічна доброчесність базується на засудженні практик списування (виконання письмових робіт із залученням зовнішніх джерел інформації, крім дозволених для використання), плагіату (відтворення опублікованих текстів інших авторів без зазначення авторства), фабрикації (вигадування даних чи фактів, що використовуються в освітньому процесі). Політика щодо академічної доброчесності регламентується положенням "Положення про систему запобігання та виявлення плагіату у Національному технічному університеті "Дніпровська політехніка". <http://www.nmu.org.ua/ua/content/activity/us_documents/System_of_prevention_and_detection_of_plagiarism.pdf>.

У разі порушення здобувачем вищої освіти академічної доброчесності (списування, плагіат, фабрикація), робота оцінюється незадовільно та має бути виконана повторно. При цьому викладач залишає за собою право змінити тему завдання.

7.2.Комунікаційна політика

Здобувачі вищої освіти повинні мати активовану університетську пошту. Усі письмові запитання до викладачів стосовно курсу мають надсилатися на університетську електронну пошту.

7.3. Політика щодо перескладання

Перескладання відбувається із дозволу деканату за наявності поважних причин (наприклад, лікарняний).

7.4 Політика щодо оскарження оцінювання

Якщо здобувач вищої освіти не згоден з оцінюванням його знань він може опротестувати виставлену викладачем оцінку у встановленому порядку.

7.5. Відвідування занять.

Для здобувачів вищої освіти денної форми відвідування занять є обов’язковим. Поважними причинами для неявки на заняття є хвороба, участь в університетських заходах, академічна мобільність, які необхідно підтверджувати документами. Про відсутність на занятті та причини відсутності здобувач вищої освіти має повідомити викладача або особисто, або через старосту.

За об’єктивних причин (наприклад, міжнародна мобільність) навчання може відбуватись в он-лайн формі за погодженням з керівником курсу.

**8 Рекомендовані джерела інформації**

Базові:

Автоматизований електропривід у прокатному виробництві : посіб. для наук.-пед. працівників  / О.С. Бешта,О.В.Балахонцев, В.А.Бородай  ; Нац. горн. ун-т. – Д: НГУ, 2011.  – 270с

Додаткові:

1.АСУ листопрокатных станов. Архангельский В.И., Богаенко И.Н., Васичкин В.И. и др. М.: Металлургия, 1994.334 с.

2. Башарин А.В., Новиков В.А., Соколовский Г.Г. Управление электро-приводами: Учебное пособие для ВУЗов. - Л.: Энергоиздат. Ленинградское отд-ние, 1982.—392 с., ил.

3. Бригиневич Б.В., Голованов А.К. Наладка тиристорных электропри-водов с раздельным управлением. - М.: Энергоатомиздат, 1991 - 152 с.: ил.

4. Бычков В.П. Электропривод и автоматизация металлургического производства. Учеб. пособие для вузов. Изд. 2-е, перераб. и доп. М., "Высш. школа", 1977

5. Зеленов А.Б. Выбор мощности электропривода механизмов прокатных станов. Учеб. пособие для вузов. – К.: УМК ВО, 1990. – 200 с.

6. Ісаєв М.Г. Грабовський Г.Г. Математичні моделі і алгоритми керування в АСК ТП товстолистових прокатних станів - К.: Техніка, 2001. - 248 с.

7. Ключев В.И. Теория электропривода: Учеб. для вузов. - 2-е изд. пе-рераб. и доп. - М.: Энергоатомиздат, 1998. - 704 с.: ил.

8. Комплектные тиристорные электроприводы: Справочник/ И.Х. Евзеров, А.С. Горобец, Б.И. Мошкович и др.; Под ред. канд. техн. наук В.М. Перельмутера. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 319 с.: ил.

9. Перельмутер В.М. Прямое управление моментом и током двигателей переменного тока. – Х.: Основа, 2004 – 210 с.

10. Перельмутер В.М., Сидоренко В.А. Системы управления тиристорными электроприводами постоянного тока. - М.: Энергоатомиздат, 1988. - 304 с., ил.

11. Півняк Г.Г., Бешта О.С. Тулуб С.Б. Цифрова ідентифікація параметрів електромеханічних систем в задачах енерго- і ресурсозбереження: Монографія/ За ред. акад. Г.Г.Півняка. – Дніпропетровськ: Націона-льний гірничий університет, 2004. – 197 с.

12. Решмин Б.И., Ямпольский Д.С. Проектирование и наладка систем подчиненного регулирования электроприводов. М., "Энергия", 1975. –184 с.

13. Тиристорные электроприводы прокатных станов / В.М. Перельмутер, Ю.Н. Брауде, Д.Я. Перчик, М.М. Книгин. Металлургия, 1978. - 152 с.: ил.

Інформаційні ресурси:

1. Література на сайті кафедри електропривода: <http://elprivod.nmu.org.ua/ua/books/converters.php>