



**«Електротехнічні системи,
електрифікація і автоматизація в
аграрному комплексі»**

МАТЕРІАЛИ
II Всеукраїнської науково-практичної
конференції

27-28 травня 2015 року

м. Вінниця

1/2
Дворук

«Електротехнічні системи, електрифікація і автоматизація в агропромисловому комплексі»: матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції, м. Вінниця, 27-28 травня 2015 року: - Вінниця: Вид-во ВНАУ, 2015. - *** с.

Збірник об'єднує матеріали II Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електротехнічні системи, електрифікація і автоматизація в агропромисловому комплексі», що містять нові теоретичні та практичні результати. Для студентів навчальних закладів, магістрів, аспірантів та викладачів.

«Електротехніческие системы, электрофикация и автоматизация в агропромышленном комплексе»: материалы второй региональной научно-практической конференции, г. Винница, 27-28 мая 2015 г.: - Винница: Винница 2015. - 65 с.

Сборник объединяет материалы второй всеукраинской научно-практической конференции «Электротехнические системы, электрофикация и автоматизация в агропромышленном комплексе», содержащие новые теоретические и практические результаты. Для студентов учебных заведений, магистров, аспирантов и преподавателей.

«Electrical systems, electrification and automation in the agricultural sector»: Materials of the second regional scientific and practical conference, Vinnitsa, 27-28 May 2015.: - Vinnitsa: Vinnitsa 2015. - 16 p.

Collection publishes materials of the second All-Ukrainian scientific practical conference "Electrical systems, electrification and automation in the agricultural sector", containing new theoretical and practical results. For the students of educational establishments, master's degrees, graduate students and teachers.

ЗМІСТ

1. В.В. Кулик, к.т.н., доц.; О.Б. Бурикин, к.т.н., доц.; Ю.В. Малотулко МОДЕЛЮВАННЯ УМОВ ОПТИМАЛЬНОСТІ РЕЖИМУ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ З ВДЕ ЗА КРИТЕРІЄМ МІНІМУМУ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ.....	5
2. Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.; Килимчук А.В. ЧУТЛИВІСТЬ КРИТЕРІВ ОПТИМАЛЬНОСТІ ДО ЗАГАЛЬНО- СИСТЕМНИХ ВТРАТ АКТИВНОЇ ПОТУЖНОСТІ З ВИКОРИСТАННЯМ КРОС-ТРАНСФОРМАТОРІВ.....	8
3. Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.; Сікорська О.В. ВИКОРИСТАННЯ МЕТОДІВ ЕКВІВАЛЕНТУВАННЯ ДЛЯ СПРОЩЕННЯ МОДЕЛЕЙ ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ.....	11
4. Рубаненко О.Є., к.т.н., доц.; Гунько І.О. ДОСЛІДЖЕННЯ ВПЛИВУ СОНЯЧНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СТАНЦІЙ НА ЛОКАЛЬНІ ЕЛЕКТРИЧНІ СИСТЕМИ.....	14
5. Бубновська І.А. МОДЕЛЮВАННЯ ПРОЦЕСУ ГАРЯЧОГО ВАЛЬЦЮВАННЯ ЗАГОТОВКИ ЗА СХЕМОЮ «КРУГ-ОВАЛ».....	17
6. Анісімов В. Ф., д.т.н., проф.; Спірін А. В., к.т.н., доц.; Борисюк Д. В. ЗНИЖЕННЯ ЕНЕРГОЗАТРАТ ПРИ ЗАБЕЗПЕЧЕННІ МІКРОКЛІМАТУ ТВАРИНИЦЬКИХ ПРИМІЩЕНЬ.....	20
7. Анісімов В. Ф., д.т.н., проф.; Спірін А. В., к.т.н., доц.; Твердохліб І.В. СИСТЕМА ДІАГНОСТУВАННЯ ПЕРЕДНІХ МОСТІВ КОЛІСНИХ ТРАКТОРІВ.....	23
8. Матвійчук В.А., д.т.н., проф. МОДЕЛЮВАННЯ ВИСАДЖУВАННЯ ЗОВНІШНІХ БУРТІВ НА ТРУБНИХ ЗАГОТОВКАХ В ПРОЦЕСІ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ.....	25
9. Головатюк М. О., к.т.н., доц.; Ткачук Л. М., к.е.н., доц.; Мазур А. Т. ЕФЕКТИВНІСТЬ ФІЗИЧНОГО ТА КОМП'ЮТЕРНОГО МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМИ ЕЛЕКТРОЗАБЕЗПЕЧЕННЯ.....	27
10. Головатюк М. О., к.т.н., доц.; Ткачук Л. М., к.е.н., доц.; Мазур А. Т. ПСИХОЛОГО-ФІЗІОЛОГІЧНІ АСПЕКТИ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ПРОЦЕСУ.....	35
11. Стадник Н.И., д.т.н., проф. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МЕХАТРОННЫХ ПОДХОДОВ ПРИ РАЗРАБОТКЕ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ.....	38

12. Музичук В.І., к.т.н., доц.; Ковальчук О.С. ТЕХНОЛОГІЧНІ ПРОЦЕСИ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ.....	45
13. Музичук В.І., к.т.н., доц.; Ковальчук О.С. ДОСЛІДЖЕННЯ ПРОЦЕСУ ШТАМПУВАННЯ ОБКОЧУВАННЯМ ДЕТАЛЕЙ ІЗ ЗАГОТОВКИ.....	48
14. Червинський Л.С., д.т.н., проф.; Радько І.П., к.т.н., доц. ОБСНОВАННЯ ПРИНЦИПОВ УПРАВЛЕННЯ ЕНЕРГЕТИЧЕСКИМ ДЕЙСТВИЕМ ОПТИЧЕСКОГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА БИОЛОГИЧЕСКИЙ ОРГАНИЗМ.....	55
15. L.S. Chervinsky Primary mechanism of action of optical radiation on living organisms.....	58
16. Червинский Л.С., д.т.н., проф.; Луцак Я.М. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ СВЕТОДИОДОВ В СВЕТОКУЛЬТУРЕ ТЕПЛИЧНЫХ РАСТЕНИЙ.....	60
17. Рубаненко О.О. к.т.н., доц.; Чорний О.В., Хуторянець Д. Б. ВИЗНАЧЕННЯ ДІЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА.....	62
18. Матвійчук В.А., д.т.н., професор, Штуць А.А., Явдик В.В. ЗНАХОДЖЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ЧАСУ ПРОВЕДЕННЯ ПЛАНОВОГО І АВАРІЙНОГО РЕМОНТІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ.....	63
18. Штуць А. А. МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ DEFORM – 3D ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ.....	69
19. Спірін А.В., Свістун Р.М. ОЦІНКА БЕЗПЕКИ АЕС УКРАЇНИ.....	79
20. Шиговський В.С., Омелянов О.М. ЛЮДСЬКИЙ ЧИННИК У ВИМОГАХ МАГАТЕ З БЕЗПЕКИ РОБОТИ.....	81

**МОДЕЛЮВАННЯ УМОВ ОПТИМАЛЬНОСТІ РЕЖИМУ
ЛОКАЛЬНИХ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ З ВДЕ ЗА КРИТЕРІЄМ
МІНІМУМУ ВТРАТ ЕЛЕКТРОЕНЕРГІЇ**

В.В. Кулик, к.т.н., доц.; О.Б. Бурикін, к.т.н., доц.; Ю.В. Малоголук

Розвиток відновлювальної енергетики України, підтримуваний державним стимулюванням спрямованим на створення умов для залучення потенційних інвесторів, призводить до появи нових, не типових, для місцевих електричних мереж напругою 10-35 кВ, задач проектування та експлуатації.

Однією з них є задача оптимізації перспективного плану розвитку електричних мереж ліцензіатів з передачі електроенергії. Вона передбачає визначення оптимальних місць розташування ВДЕ з оптимальною встановленою потужністю за умов багатоступеневого тарифу енергоринку та умов зменшення втрат електроенергії, покращення її якості в локальних електричних системах (ЛЕС), а також підвищення надійності електропостачання.

Для розв'язання вказаних задач пропонується використання коефіцієнтів розподілу втрат потужності:

$$\Delta \dot{S}_v = \dot{T} \cdot \dot{S}, \quad (1)$$

де $\Delta \dot{S}_v$ – вектор втрат потужності у вітках схеми;

\dot{T} – матриця коефіцієнтів розподілу втрат потужності у вітках заступної схеми ЛЕС в залежності від потужності у її вузлах схеми.

Згідно [1] коефіцієнти розподілу втрат залежать від параметрів заступної схеми, які за певних допущень можна вважати постійними, а також від значень напруги у вузлах ЛЕС, які визначаються навантаженням і генеруванням у вузлах схеми. Таким чином нелінійність залежності втрат потужності в ЛЕС від параметрів її режиму враховується. Визначення коефіцієнтів матриці \dot{T} через поточні значення вузлових напруг по суті

ВИЗНАЧЕННЯ ДІЕЛЕКТРИЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ТРАНСФОРМАТОРНОГО МАСЛА

Рубаненко О.О. к.т.н., доц.; Чорний О.В., Хуторянець Д.Б.

Вступ

Мінеральне трансформаторне масло володіє високими ізолюючими властивостями, завдяки чому його широко застосовують у високовольтних трансформаторах, кабелях високої напруги, прохідних ізоляторах, масляних вимикачах і ін. Перед заливанням масла в трансформатори й інші пристрої, а також у процесі експлуатації цих пристроїв потрібно періодично перевіряти електричну міцність масла і, при необхідності, вживати заходів для її відновлення. Чисті рідкі діелектрики отримати важко; постійними домішками є вода, газ, тверді частинки. Пробій рідин, що мають газові домішки, пояснюється місцевим перегріванням рідини. Вплив води, що не змішується з трансформаторним маслом при нормальній температурі, коли вода тримається в маслі у вигляді окремих крапель, показано на рис. 1. Під впливом електричного поля краплі води (сильно полярної рідини) поляризуються і створюють між електродами ланцюжки з підвищеною провідністю, по яких відбувається електричний пробій.

Улаштування приладу АИМ-90

Дослід масла на електричну міцність проводиться на апараті АИМ-90, виконаному у вигляді пульта переносного типу, що містить у собі наступні основні елементи: бак з високовольтним трансформатором, регулятор напруги (варіатор) з моторним приводом, посудина для іспиту, вимірювальний прилад, сигнальні лампи, пускач магнітний, реле максимального струму.

Основні дії які забороняється виконувати при проведенні дослідів
Переривати підвищення випробної напруги в інтервалі 60...90 кВ

вмиканням електродвигуна на час більш ніж 20 с, тому що первинна обмотка трансформатора не розрахована на тривале протікання по ній струму холостому ходу трансформатора при зазначених значеннях напруги; включати високу напругу при не встановленій в апараті досліджуваної ємності; працювати на апараті при напрузі вище 90 кВ. Оскільки в лабораторних умовах ми брали не очищене трансформаторне масло, то його пробивна напруга виявилась низькою. Але у очищеного трансформаторного масла вона набагато більша. Також очістка рідких діелектриків, масла, від домішок значно підвищує електричну міцність. Дослід на пробій кожної проби масла зробити шість разів з п'ятихвилинними інтервалами між пробоями. Інтервали необхідні для того, щоб тверді і газоподібні продукти розкладання масла видалилися з простору між електродами. Перший із шести пробів у розрахунок не приймається, тому що на електродах можуть бути поршини, що впливають на значення напруги пробую

ЗНАХОДЖЕННЯ СЕРЕДНЬОГО ЧАСУ ПРОВЕДЕННЯ ПЛАНОВОГО І АВАРІЙНОГО РЕМОНТІВ АВТОМАТИЗОВАНИХ КОМПЛЕКСІВ

Матвійчук В.А., д.т.н., професор, Штуць А.А., Явдик В.В.

Автоматизований комплекс штампування обкочуванням (АКШО) відноситься до складних технічних об'єктів. Основні елементи даного комплексу та оцінка їх можливих відмов приведені в роботі [1]. Використання даного комплексу дозволяє ефективно реалізувати у виробництві ресурсозберігаючі процеси штампування обкочуванням [2].

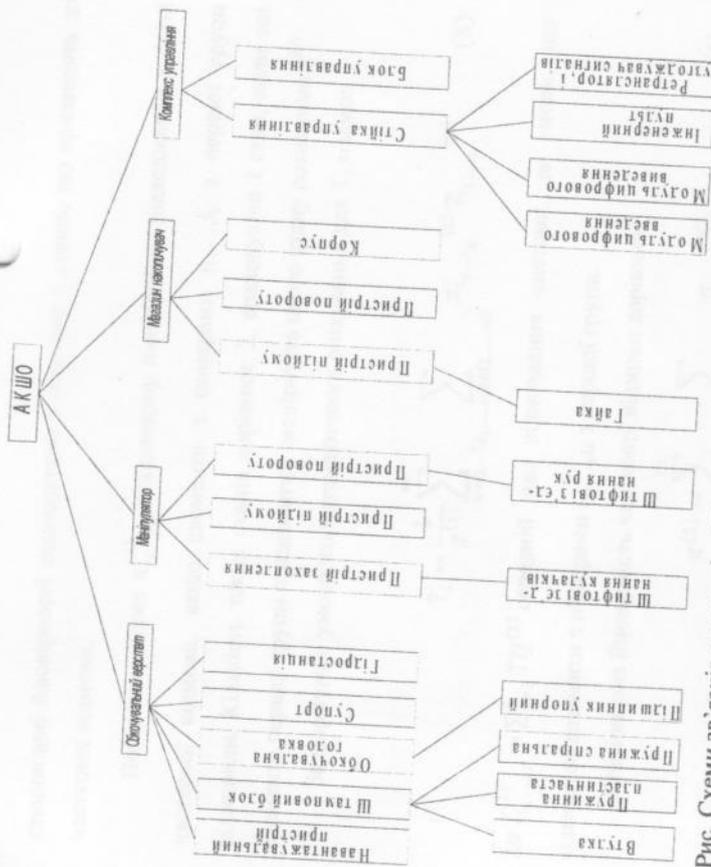


Рис. Схеми зв'язків елементів АКШО, які впливають на його надійність [1].

Припустимо, що час безвідмовної роботи всіх елементів комплексу ξ_i має експоненціальний розподіл з параметрами $\lambda_1^{(1)} \dots \lambda_m^{(1)}$ для елементів, які призводять до часткової відмови системи, і $\lambda_1^{(2)} \dots \lambda_n^{(2)}$ для елементів, які призводять до повної відмови системи. Інтенсивність відмов однозначно визначається за середнім часом безвідмовної роботи кожного з елементів

$$\lambda_i^j = \frac{1}{E\xi_i^j} = \frac{1}{\mu_i^j}, j=1,2; i=1, \dots, m; i=1, \dots, n. \quad (1)$$

Час відновлення кожного з елементів першої і другої групи також розподілений за експоненціальним законом з параметрами $\mu_1^{(1)}$ та середнім часом відновлення $T_1^{(1)}, i=1, \dots, m$ для елементів першої групи, і параметрами $\mu_1^{(2)}$ та середнім часом відновлення $T_1^{(2)}, i=1, \dots, n$ для елементів другої групи. Математичною моделлю функціонування АШКО без відмов є залежність:

$$\xi_t = \{ \xi_1^{(1)}(t), \dots, \xi_m^{(1)}(t), \dots, \xi_1^{(2)}(t), \dots, \xi_n^{(2)}(t) \}, \quad (2)$$

де $\xi_i^{(j)}(t)$ ($j=1,2$) приймають значення 1 і 0, в залежності від того, чи знаходиться i -тий елемент в працездатному стані у момент t , чи цей елемент відмовив на момент t .

Таким чином, якщо всі $\xi_1^{(j)}$ приймають на момент t значення $\xi_i^{(j)} = 1$, то система на даний момент цілком працездатна. Якщо хоча б одна із величин $\xi_i^{(1)}, i=1, \dots, m$ прийняла значення рівне нулю, то система знаходиться в стані часткової відмови. Якщо ж на момент часу t хоча б одна із величин $\xi_i^{(2)}, i=1, \dots, n$ дорівнює нулю, то система знаходиться у стані повної відмови.

Відповідно до можливих станів, в системі передбачається три види ремонтних робіт:

- переналадження системи, яке проводиться через кожні t годин роботи системи у випадку, якщо за час t не було ніяких відмов, і триває середній час Δt ;
- плановий ремонт, який проводиться через t годин роботи у випадку, якщо за час t відбулася часткова відмова системи, при цьому середній час планового ремонту становить T_1 ;
- аварійний ремонт, який розпочинається відразу після повної відмови системи і середній час якого становить T_2 .

Після закінчення переналаджування, планового і аварійного ремонтів система цілком відновлюється і стає працездатною.

Знаходження середнього часу проведення планово ремонту знайдемо виходячи із наступного. У зв'язку з тим, що процес $\xi(t)$, що описує функціонування АКШО, є регенеруючим і розглядається на тривалому інтервалі, середній час проведення планового ремонту (середній час відновлення після часткових відмов) T_1 можна отримати, використовуючи

стаціонарні ймовірності знаходження в кожному з станів, що призводять до часткової відмови.

Позначимо через $\pi_{i_1, \dots, i_k}^{(1)}$ стаціонарну ймовірність знаходження в стані часткової відмови, якщо елементи з номерами i_1, \dots, i_k з першої групи відмовили. Кількість таких станів дорівнює 2, враховуючи і стан, коли всі елементи першої групи працюватимуть. Ймовірність цього стану позначимо $\pi^{(0)}$.

За формулою умовного математичного очікування для T_1 маємо:

$$T_1 = \frac{1}{\pi^{(0)}} \sum_{k=1}^m \sum_{(i_1, \dots, i_k) \in (1, \dots, m)} \pi_{i_1, \dots, i_k}^{(1)} T_{i_1, \dots, i_k}^{(1)} \quad (3)$$

де $T_{i_1, \dots, i_k}^{(1)} = \sum_{j=1}^k T_j^{(1)}$ середній час відновлення системи, за умови, що відмовили елементи з номерами i_1, \dots, i_k з першої групи.

Стаціонарна ймовірність часткової відмови дорівнює:

$$\pi^{(1)} = \sum_{k=1}^m \sum_{(i_1, \dots, i_k) \in (1, \dots, m)} \pi_{i_1, \dots, i_k}^{(1)} \quad (4)$$

$$\text{де: } \pi_{i_1, \dots, i_k}^{(1)} = \prod_{j=1}^k (1 - e^{-\lambda_j^{(1)} \tau - \sum_{s=k+1}^m \lambda_s^{(1)} \tau}) e^{-\lambda_j^{(1)} \tau} \quad (5)$$

Стаціонарна ймовірність відсутності будь-яких відмов була отримана вище (2) і в цілях однаковості позначень запишемо її наступним чином:

$$\Pi^{(0)} = P_1 = e^{-\lambda \tau} \quad (6)$$

Середня тривалість відновлення при відсутності повної відмови системи рівна:

$$\bar{T}_1 = \frac{1}{\Pi^{(0)} + \pi^{(1)}} (\Pi^{(1)} T_1 + \Pi^{(0)} \Delta) \quad (7)$$

Для визначення часу ремонту системи після її повної відмови визначимо спочатку стаціонарні ймовірності знаходження в кожному із станів

повної відмови системи. Визначається через $\pi_{i_1, \dots, i_k}^{(2)}$ можливість того, що в системі відмовив елемент, з номером j ($j = 1, \dots, n$) із другої групи і до елементів першої групи з номером $i_1, \dots, i_k \in (1, \dots, m)$

$$\pi_{i_1, \dots, i_k; j}^{(2)} = \lambda_j^{(2)} \int_0^{\tau} \prod_{s=1}^k (1 - e^{-\lambda_s^{(1)} t}) e^{-\sum_{s=1}^m \lambda_s^{(1)} t + \sum_{s=1}^n \lambda_s^{(2)} t} dt \quad (8)$$

В (8) (i_1, \dots, i_k) – це номер елементів першої групи, які відмовили до моменту t , а (i_{k+1}, \dots, i_m) – номери елементів першої групи, невідмовивших до моменту t

j – номер елемента другої групи, який відмовив після моменту t і відмова якого призведе до повної відмови системи.

Стаціонарна можливість повної відмови системи рівна:

$$\pi^{(2)} = \sum_{k=1}^m \sum_{(i_1, \dots, i_k) \in (1, \dots, m)} \pi_{i_1, \dots, i_k; j}^{(2)} + \pi_{0; j}^{(2)} \quad (9)$$

де: $\pi_{0; j}^{(2)}$ – ймовірність того, що в системі немає частинних відмов, а елемент другої групи з номером j приведений до повної відмови системи.

За формулою умовного математичного очікування середній час проведення аварійного ремонту (після повної відмови системи) дорівнює:

$$T_2 = \frac{1}{\pi^{(2)}} \sum_{j=1}^n \sum_{k=1}^m \sum_{(i_1, \dots, i_k) \in (1, \dots, m)} \pi_{i_1, \dots, i_k; j}^{(2)} \left(\sum_{s=1}^k T_s^{(1)} + T_j^{(2)} \right) + \pi_{0; j}^{(2)} \cdot T_j^{(2)} \quad (10)$$

$T_j^{(2)}$ – середній час ремонту j -го елемента другої групи, $j = 1, \dots, n$

Знайдено середній час роботи системи до першої повної відмови.

Нехай випадкова величина \check{y} – час роботи системи до повного відмовлення. Випадкова величина \check{y}_{k+1} – час роботи системи до її першої відмови, при умові, що він відбувся на $(k+1)$ -ому інтервалі регенерації,

ξ – час після останнього переналагодження до першої відмови системи. Розподілення випадкової величини ξ не залежить від номера інтервала регенерації.

Ймовірність того, що на інтервалі регенерації не відбудеться повної відмови рівна:

$$P_2 = e^{-\sum_{i=1}^n \Lambda_i^{(2)} \tau} = e^{-\Lambda_1^{(2)} \tau} \quad (11)$$

За формулою математичного очікування маємо:

$$\begin{aligned} E\tilde{\xi} &= \sum_{k=0}^{\infty} P_2^k g_2 E\tilde{\xi}_{k+1} = \sum_{k=0}^{\infty} P_2^k g_2 [k(\tau + \tilde{T}_1) + E(\xi / \xi < \tau)] = \\ &= \frac{P_2}{g_2} (\tau + \tilde{T}_1) + \frac{1}{\Lambda_2} - \frac{P_2}{g_2} = \frac{1}{\Lambda_2} + \frac{P_2}{g_2} \tilde{T}_1 \end{aligned} \quad (12)$$

де: \tilde{T}_1 визначається у відповідності.

Висновки: в роботі з використанням підходу теорії ймовірності отримані залежності для заходження середнього часу проведення планового і аварійного ремонту автоматизованого комплексу штампування обкочуванням.

Література

1. Матвійчук В.А. Дослідження надійності автоматизованого комплексу штампування обкочуванням / В.А. Матвійчук, А.А. Штуць, В.І. Драчичини // Матеріали І Всеукраїнської науково-практичної конференції «Електротехнічні системи, електрифікація й автоматизація в агропромисловому комплексі»
2. Матвійчук В. А. Совершенствование процессов локальной ротационной обработки давлением на основе анализа деформируемости металлов:

УДК 004.4:621.73.043.62–52.

МОДЕЛЮВАННЯ З ВИКОРИСТАННЯМ ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗБЕЧЕННЯ DEFORM – 3D ДЛЯ РЕАЛІЗАЦІЇ ПРОЦЕСІВ ОБРОБКИ МЕТАЛІВ ТИСКОМ

Штуць А. А.

Досліджено можливість використання програми Deform-3D. Його перевага полягає в тому, що не має необхідності витрачати сировину та час на виготовлення експериментальних зразків, а одразу можна отримати результати на комп'ютері. Одним із основних методів моделювання процесу обробки є математичне моделювання за допомогою методів кінцевих елементів. Програма Deform-3D дає можливість нам змоделювати процес, а також дозволяє встановити розподіл напруг, деформацій та температур в досліджуваній матеріалі.

Ключові слова: Deform-3D, методи моделювання, деформація, штампування, напружений стан, пластична деформація, деформуючий інструмент, виробництво металопродукції.

COMPUTER SIMULATION USING SOFTWARE DEFORM - 3D IMPLEMENTATION PROCESS METAL FORMING

The possibility of using the program Deform-3D. Its advantage is not having to spend time on raw samples of, but once you can get results on the computer. One of the main methods of processing modeling is mathematical modeling using the finite element method. The program Deform-3D allows us to simulate the process and to set the distribution of stresses, strains and temperature in doslidzhuvalnyh materials.

Keywords: Deform-3D, modeling, deformation, forming, stress state, plastic deformation, deforming tool steel production.

Вступ. В останні роки все більше уваги приділяється моделюванню різноманітних технологічних процесів, особливо процесів обробки металів. Воно й зрозуміло – адже ми живемо в умовах ринкової економіки, і головна