**Семчук Леонід Володимирович. Вплив нестаціонарних режимів роботи шахтних підіймальних установок на навантаження елементів конструкцій : Дис... канд. наук: 05.02.09 - 2008.**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | **Семчук Л. В. Вплив нестаціонарних режимів роботи шахтних підіймальних установок на навантаження елементів конструкцій. – Рукопис.**  Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук за спеціальністю 05.02.09 – динаміка та міцність машин. – Національний університет. „Львівська політехніка”. – Львів, 2008.  Дисертація присвячена розробленню методології розрахунку нестаціонарних режимів роботи шахтних підіймальних установок та підвищенню ефективності їх роботи за рахунок добору раціональних кінематичних і силових параметрів привідних систем.  Проведено модальний аналіз механічних систем шахтних підіймальних установок і розроблено рекомендації, спрямовані на усунення резонансних явищ. Досліджено вплив динамічних властивостей двигунів і коливальних явищ у механічних системах на навантаження елементів шахтних підіймальних установок в період пуску. Дано оцінку впливу параметрів дискретизації каната змінної довжини на точність розрахунків нестаціонарних процесів та обґрунтування числа ступенів вільності розрахункової моделі. Проаналізовано вплив несталості радіуса навивання каната на барабан на динамічні зусилля в елементах шахтних підіймальних установок в нестаціонарних режимах роботи. Проведено якісну і кількісну оцінку динамічних процесів у механічних системах установок під час гальмування та визначено раціональні гальмівні режими даних машин. Проведено порівняльний аналіз результатів теоретичних і експериментальних досліджень. | |
| |  | | --- | | Як показує досвід експлуатації гірничого обладнання, а також аналіз численних джерел інформації, присвячених дослідженню динаміки шахтних підіймальних установок, перехідні режими роботи цих установок суттєво впливають на навантаження і, відповідно, на міцність таких елементів як механічні передачі, вали, осі, підшипникові вузли, з’єднувальні муфти, привідні барабани, канати, напрямні шківи тощо. Забезпечення достатньої точності оцінки впливу нестаціонарних процесів на зусилля в елементах конструкцій становить не лише актуальну, а й достатньо складну наукову задачу. Проведено аналіз впливу передавального числа редуктора, діаметра каната та його конструкції, опорів ступенів реостата, маси підіймальних посудин і вантажів, гальмівного моменту на механічні коливання в системі. Обґрунтовуються рекомендації щодо добору конструкційних і експлуатаційних параметрів установок. Подається порівняльний аналіз динамічних властивостей підіймальних установок з циліндричними барабанами і з барабанами змінного радіуса.  1. Розроблені математичні моделі для проведення модального аналізу шахтних підіймальних установок, як континуально-дискретних механічних систем, дали можливість побудови ефективних алгоритмів розрахунку власних частот і форм установок без зрівноважувального та зі зрівноважувальним канатом із застосуванням матричного методу початкових параметрів. З’ясовано, що у підіймальній установці без зрівноважувального каната можуть виникати резонансні явища на першій та п’ятій власних частотах механічної системи, оскільки перша власна частота для певних положень скіпів є близькою до частоти обертання привідного барабана (0,625 с-1) або до частоти обертання напрямних шківів (0,78 с-1), а п’ята власна частота – є близькою до частоти обертання ротора двигуна (12,49 с-1). У підіймальній установці зі зрівноважувальним канатом резонансні явища можуть проявлятися на першій або на восьмій власних частотах. Для усунення небезпеки виникнення резонансних явищ можна рекомендувати регулювання швидкості руху підіймальних посудин шляхом зміни частоти обертання ротора двигуна або шляхом раціонального добору передавального відношення редуктора відповідно до маси рухомих частин і довжин віток каната.  2. Вперше запропоновано підхід до проведення розрахунку нестаціонарних процесів пуску шахтних підіймальних установок з урахуванням нерозривного взаємозв’язку електромагнітних явищ у двигуні і механічних коливань системи, а також несталості довжин віток каната. Побудовані математичні моделі дають можливість забезпечити достатню точність визначення зусиль в елементах конструкцій. З’ясовано, що більші динамічні навантаження виникають у вітці каната, зв’язаній з завантаженим скіпом, а менші – у вітці каната, зв’язаній з противагою. Коефіцієнти динамічності зусиль у вказаних вітках знаходяться у межах 1,98 – 2,07 і 1,25 – 1,50 відповідно. Менші значення коефіцієнтів динамічності відповідають більшому завантаженню скіпів.  3. Отримала подальший розвиток методологія дослідження нестаціонарних режимів роботи шахтних підіймальних установок за рахунок оцінки впливу параметрів дискретизації каната на точність визначення динамічних зусиль в елементах системи та обґрунтування числа ступенів вільності розрахункової моделі. Показана можливість застосування дискретизованих розрахункових моделей для проведення аналізу процесів пуску і гальмування шахтних підіймальних установок. З’ясовано, що для шахт глибиною 100 – 700 м достатня точність визначення зусиль у підіймальному канаті забезпечується у випадку заміни каната ланцюгом чотирьох точкових вантажів, зв’язаних невагомими пружними елементами  4. На основі запропонованого підходу досліджено вплив кінематичних і силових параметрів привідних систем шахтних підіймальних установок на динамічні навантаження елементів та на ефективність функціонування установок. З’ясовано, що за рахунок раціонального добору активних опорів ступенів реостата, що вводяться в обмотку ротора, можна отримати плавний розгін привідної системи і зменшити тривалість пуску на 15 – 20%. Із зростанням діаметра каната динамічні зусилля, які в ньому виникають, дещо збільшуються. Так для діаметрів каната 35,5 мм і 39,5 мм максимальні значення коефіцієнтів динамічності становлять відповідно 2,38 – 2,93 і 2,49 – 3,08.  Зі збільшенням вантажності скіпів і глибини шахти динамічні навантаження зростають. Однак, для великих глибин (понад 600 м) спостерігається зменшення коефіцієнта динамічності зі зростанням маси вантажу. Це свідчить про доцільність використання скіпів великої вантажності для глибоких шахт. Для установок, які здійснюють піднімання вантажів з великих глибин, може бути збільшена швидкість руху посудин на 20 – 30% за рахунок зменшення передавального числа редуктора. Наприклад, збільшення швидкості піднімання вантажів установкою, встановленою на шахті „Відродження” ДП „Львіввугілля”, від 9,20 до 10,95 м/с супроводжується незначним збільшенням коефіцієнта динамічності від 2,017 до 2,084. Однак, подальше збільшення вказаної швидкості призводить до непомірного зростання динамічних навантажень.  5. В рамках запропонованого підходу побудована математична модель нестаціонарних режимів роботи шахтної підіймальної установки з урахуванням несталості радіуса навивання каната на барабан. Показано, що за рахунок застосування привідних барабанів змінного радіуса можна забезпечити більш плавний пуск двигуна у порівнянні з установками з циліндричними барабанами. Час розгону при цьому зменшується в 1,5 – 1,7 разів; максимальні моменти в муфтах, що з’єднують двигун з редуктором і редуктор з привідним барабаном зменшуються відповідно у 1,17 – 1,34 і 1,14 – 1,27 разів; динамічне навантаження у підіймальному канаті в 1,13 – 1,32 разів, а у вітці каната, зв’язаній з противагою, – в 1,13 – 1,17 разів.  6. Із застосуванням опрацьованих розрахункових моделей проведені дослідження процесів гальмування шахтних підіймальних установок з урахуванням пружно-інерційних властивостей віток підіймального каната змінної довжини. З’ясовано, що за рахунок збільшення гальмівного моменту можна значно зменшити час гальмування підіймальної установки і підвищити її продуктивність. У залежності від глибини шахти, в режимах гальмування системи з одним повністю завантаженим скіпом або кліткою, коли сповільнення скіпа або кліті не перевищує 2 м/с2, коефіцієнти динамічності у муфтах є меншими ніж під час процесів пуску. Максимальні значення динамічних навантажень у вітці каната, яка піднімається, не перевищують статичних навантажень. Коефіцієнти динамічності внутрішніх сил у вітці каната, що опускається, складають 1,21 – 2,09. Для великих значень гальмівного моменту коефіцієнти динамічності дещо перевищують відповідні коефіцієнти динамічності для режимів пуску, що необхідно враховувати під час проектування і експлуатації шахтних підіймальних установок.  7. Опрацьовано методику експериментальних досліджень динаміки шахтної підіймальної установки шляхом фізичного моделювання і проведено експериментальну перевірку теоретичних результатів дисертаційної роботи. Збіжність результатів теоретичних і експериментальних досліджень динамічних процесів ілюструє високу адекватність математичних моделей реальним фізичним явищам. Відхилення розрахункових значень зусиль в канатах від їх експериментальних значень для різних варіантів завантаження скіпа становить 4,4 – 10,7%. | |