**Кириченко Євген Олексійович. Наукове обгрунтування параметрів трубних систем для гідропідйому корисних копалин : Дис... д-ра наук: 05.05.06 – 2002**

|  |  |
| --- | --- |
| |  | | --- | | ***Кириченко Є.О.* Наукове обгрунтування параметрів трубних систем для гідропідйому корисних копалин. Дисертація на здобуття наукового ступеня доктора технічних наук за спеціальністю 05.05.06 “Гірничі машини”, Національна гірнича академія України, Дніпропетровськ, 2001.**  Дисертацію присвячено розробці та обгрунтуванню комплексного підходу при проектуванні трубних ерліфтних систем для піднімання корисних копалин з дна Світового океану, а також вибору раціональних конструктивних, витратних та енергетичних параметрів гідропідйомів шляхом комплексного моделювання механічних і гідромеханічних процесів в ерліфтному трубопроводі, наван-таженому внутрішнім та зовнішнім потоками рідини.  Розроблено математичну модель, яка описує динамічні процеси у пружно підвішеному складно навантаженому ерліфтному трубопроводі та враховує вплив коливальних процесів на динамічну міцність системи при різних силових і кінематичних параметрах збудження. З використанням зазначеної моделі встановлено закономірності формування динамічних внутрішніх навантажень у транспортному трубопроводі ерліфта, які відображають силову взаємодію гідро-динамічних та вібраційних полів. На базі цих закономірностей визначено раці-ональні за енергоємністю параметри трубної системи для забезпечення її працездатності та ефективності функціонування в складних умовах великих глибин. | |
| |  | | --- | | У дисертаційній роботі вирішена вагома наукова проблема важливого економічного значення, яка полягає в науковому обгрунтуванні параметрів ерліфтних трубних систем (підйом корисних копалин з дна Світового океану), що забезпечують працездатність та енергозбереження гідропідйомів у складі гірничо-морських видобувних комплексів.  Основні наукові результати, висновки та рекомендації:   1. Отримані числові значення (систематичними експериментальними дослідженнями в аеродинамічній трубі) аерогідродинамічних коефіцієнтів сили опору, піднімальної сили та крутного моменту для різних компонувань ТП гідропідйому в усьому діапазоні кутів атаки і при числах Рейнольдса Re = 105...5106, що відповідають реальним робочим режимам ГЕГ. Виявлена залежність коефіцієнта сили опору одиночного циліндра від числа Re, інтенсивності турбулентності набігаючого потоку та ступеня шорсткості бічної поверхні. Встановлено, що в реальних умовах експлуатації трубного поставу гідропідйому перебуватиме у зоні кризи опору, тому для уникнення занижених оцінок при визначенні потужності судна-носія слід взяти = 1,4. 2. Знайдені області можливої гідропружної нестійкості у таких діапазонах кутів атаки: галопування 30 – 350, 155 – 1700; класичний флатер 30 – 700, 150 – 1700; зривний флатер 30 – 350, 160 – 1700 (аналізом залежностей аерогідродинамічних коефіцієнтів від кута атаки для компонування 1 пакета трубопроводів ТП гідропідйому). У ході безпосередніх динамічних випробувань моделі елемента ТП установлені області вихрового збудження та галопування.   3. Розроблена комплексна математична модель процесів пружної взаємодії трубного поставу гідропідйому з пульпою, яка протікає по ньому, і довколишнім морським середовищем (разом з морськими течіями) враховує основні чинники, що визначають працездатність та енергоємність ерліфтної системи підйому. Розглянуті характерні режими стаціонарного і нестаціонар-ного руху ТП, виконані оцінки деформаційних та силових параметрів цих режимів, на основі чого спрощена загальна система рівнянь стосовно вирішення задач, пов’язаних з проектуванням та експлуатацією ГЕГ.   1. Вивчені механізми виникнення та розвитку різних видів гідропружної нестійкості трубного поставу ГЕГ. Розрахунковим шляхом отримані універсальні залежності зведених амплітуд усталених поперечних коливань від зведеного коефіцієнта демпфірування в разі вихрового резонансу, які дають змогу оцінити амплітуди цих коливань та викликані ними напруження в елементах конструкції. За допомогою критерію Ден-Гартога розкриті умови появи автоколивань типу галопування. 2. Досліджені умови втрати динамічної стійкості транспортного трубопро-воду ГЕГ за рахунок стаціонарного потоку пульпи. Встановлено, що нижня границя критичної швидкості пульпи, яка визначає втрату стійкості ТП, дорівнює 12,9 м/с, але оскільки розрахункові значення швидкості пульпи, що забезпечують задану продуктивність ГЕГ, менші від критичної, втрата стійкості пульпопроводу не настає. 3. Досліджена можливість виникнення параметричного резонансу за рахунок пульсацій швидкості пульпи, що протікає. Виявлено, що при швидкості течії пульпи, яка не перевищує 10 м/с, у всьому діапазоні частот згинальних коливань транспортний трубопровід перебуває в зоні стійкості. 4. Визначені (з використанням розроблених методик) три перші власні частоти коливань пульпопроводу базового варіанта ГЕГ: 5. Визначені рівноважна форма трубного поставу гідропідйому та параметри його напружено-деформованого стану в умовах стаціонарного руху судна з різними робочими швидкостями. Показано, наприклад, що під час швидкості транспортування = 0,6 м/с ходовий кінець ТП на глибині 6000 м відстає від судна на 900 м, причому за рахунок бокової сили через несиметричність поперечного перерізу ходовий кінець поставу виходить з вертикальної площини на 65 м, а закрутка конструкції за рахунок крутного моменту становить при цьому 600.   Встановлені три області максимальних сумарних напружень (квазістатика + динаміка змушених коливань), дві з яких прилягають до обох кінців ТП, а третя має плаваючі границі, стан яких визначається бальністю хвилювання моря. Так, під час морського хвилювання у 9 балів та з довжиною трубного поставу понад 3500 м його значна частина перебуває в зоні руйнування, оскільки сумарні напруження перевищують гранично допустиму величину для конструкційних легованих сталей – 450 МПа.  Здійснена оцінка величин частот зриву вихорів при обтіканні елементів ТП гідропідйому стаціонарним градієнтним стратифікованим потоком з урахуванням величини та напрямку вектора швидкості підводної течії. На глибині понад 200 м вихороутворення при цьому не спостерігалося. Аналіз розподілу нормальних згинальних напружень розкриває їх другорядність порівняно з аналогічними напруженнями при змушених коливаннях на хвилях, але неврахування бічних коливань, викликаних зривом вихорів, призводить до помилок (близько 90%) при визначенні зміщення ходового кінця ТП.  Виявлена максимальна розбіжність результатів (не перевищує 25%) при порівнянні розрахункових параметрів напружено-деформованого стану ТП, отриманих з використанням розроблених методик, а також даних морських випробувань макета трубного поставу гідропідйому в умовах Чорноморського полігону.  Обгрунтована доцільність попереднього подрібнення твердих частинок, що дозволяє транспортувати пульпи підвищеної концентрації і комплексно (із збільшенням раціональної глибини занурення змішувача) знизити енергоємність установок. Так, зменшення діаметра твердих частинок від 0,02 до 0,005 м при заглибленні змішувача на 2400 м економить потрібну витрату повітря на 22% при тій же продуктивності гідропідйомів.  Установлено, що з використанням розробленої квазісталої моделі перехідних режимів ерліфтних гідропідйомів час запуску та зупинки ГЕГ дорівнює відповідно 1,66 та 1,13 години, що в сумі становить 35% від тривалості робочого часу дослідної установки, і повинен бути врахований при розробці локальних систем регулювання.  Запропонований (на рівні винаходів) пакет способів запуску, роботи та зупинки ерліфтних гідропідйомів, які підвищують ефективність установок у морських і шахтних умовах. Розроблені заходи, спрямовані на запобігання появи автоколивальних режимів та підвищення конкурентоспроможності ерліфтного варіанта підйому глибоководних корисних копалин.  Розроблені та впроваджені: рекомендації, методики та програми для ЕОМ у проектні роботи НДПІокеанмашу при виборі раціональних параметрів трубної системи підйому в технічному проекті комплексу засобів дослідного видобутку твердих корисних копалин; галузева методика розрахунку параметрів шахтних ерліфтів, затверджена Мінвуглепромом України, використана у проектних роботах Дніпродіпрошахту та НДІГМ ім. Федорова під час вибору раціональних параметрів шахтних ерліфтів і при аналізі параметрів експлу-атаційних режимів ерліфтних установок шахт: “Піонер”, “Червоноармійська” – ДХК “Добропіллявугілля”, ім. Гагаріна, “Кіндратівка” – ДВАТ “Артемвугілля”, “Червоний Профінтерн”, “Юнком” – ДВАТ “Орджонікідзевугілля”, а також шахт ім. Свердлова та ім. Войкова ДХК “Свердловантрацит”. | |