

колонн при вращательном бурении скважин: Автореф. дис. ... д-ра техн. наук. М., 1991. 49 с. 6. Ивасив В.М., Почтенный Е.К., Тараевский С.И. Устройство для определения наработки оборудования нефтяных скважин. В.с. 85537. 7. А. с. 15002801 СССР. Забойный регистратор осевой нагрузки в бурильной колонне / В.М.Ивасив, В.В.Кочуков, М.Г.Амбрасон и др. // Открытия. Изобрет. 8. Кочуков В.В. Надежность

шарошных долот при их эксплуатации: Автореф. дис. ... канд. техн. наук. М., 1989. 23 с. 9. Добромислов В.Н., Харионовский В.В. Набойщиков С.М. и Пиняева А.А. Применение индикаторов нагружения для прогнозирования остаточного ресурса магистральных газопроводов. Вопросы транспорта газа: Сб. науч. Тр. ВНИИГАЗ. М., 1985. С.14-22. 10. Обморшев А.Н. Введение в теорию колебаний. М., 1965.

УДК 621.311

ВИЗНАЧЕННЯ КОМУТАЦІЙНИХ ПЕРЕНАПРУГ У СИСТЕМАХ ЕЛЕКТРОПОСТАЧАННЯ ЕЛЕКТРОБУРІВ

© Федорів М.Й., Соломчак О.В., 1998

Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу

У статті описано математичну модель розрахунку та результати експериментальних досліджень комутаційних перенапруг у системах електропостачання електробурів.

Система електропостачання електробура – це сукупність складного електрообладнання, яке працює при важких умовах експлуатації. Електрична енергія через лінію електропередач подається на живлячий трансформатор, а далі через станцію управління і захисту, струмопровід, пристрої контролю ізоляції і телеметричні системи – на затискачі двигуна.

Важливим чинником, що визначає рівень ізоляції і надійність роботи електрообладнання, є перенапруги, причому для електрообладнання системи електропостачання електробурів (СЕЕ) основну небезпеку становлять внутрішні перенапруги. Робота комутаційної апаратури в електричних мережах супроводжується перехідними процесами, які пов'язані з миттєвою зміною параметрів мережі. Ці процеси швидкоплинні і супроводжуються підвищенням напруги до значень, які перевищують номінальні. Надійність роботи залежить від співвідношення електричної міцності ізоляції і рівня комутаційних перенапруг.

Великі комутаційні перенапруги в СЕЕ зумовлені незвичайним співвідношенням довжини і діаметра магнітопроводу (в середньому 60:1), а також неодноразовою розмикання контактів контактора. При цьому можливі такі ситуації внаслідок неодноразового відходження контактів:

- 1) контакти фази А розімкнуті, а фаз В і С замкнуті;
- 2) контакти фази В розімкнуті, фаз А і С замкнуті;
- 3) контакти фази С розімкнуті, фаз А і В замкнуті.

Для прикладу розглянемо перший випадок. Зріз струму фази А відбувається в момент часу t_1 і характеризується кутом $\varphi l = \omega t_1$.

При аналізі перехідних процесів зроблені такі припущення:

- 1) обмотка фази представляється лінійним однорідним колом з розподіленими параметрами;
- 2) джерело живлення представляється ідеальним (внутрішній опір дорівнює нулю).

В операторній формі перехідний процес у кожній фазі описується так [1]:

$$U(x, p) = U(0, p) \cdot ch(\gamma \cdot x) - z \cdot i(0, p) \cdot sh(\gamma \cdot x) + L \cdot \int_0^x ch\gamma(x-\mu) \cdot i(\mu, t_1) d\mu - z \cdot C \cdot \int_0^x sh\gamma(x-\mu) \cdot U(\mu, t_1) d\mu; \quad (1)$$

$$z \cdot i(x, p) = z \cdot i(0, p) \cdot ch(\gamma \cdot x) - U(0, p) \cdot sh(\gamma \cdot x) + z \cdot C \cdot \int_0^x ch\gamma(x-\mu) \cdot U(\mu, t_1) d\mu - L \cdot \int_0^x sh\gamma(x-\mu) \cdot i(\mu, t_1) d\mu,$$

де $U(0, p), i(0, p)$ – напруга і струм на початку обмотки; $U(x, t_1), i(x, t_1)$ – початкові розподіли напруги і струму вздовж обмотки; γ – коефіцієнт розповсюдження; μ – елемент довжини обмотки; L, C – питомі параметри обмотки.

Процес відмикання характеризується такими граничними умовами.

1. На початку обмотки при $x=0$

$$i_A(0, t) = 0; \quad U_{B,C}(0, t) = E_m \sin(\omega \cdot t \pm 120^\circ). \quad (2)$$

Оскільки тривалість перехідного процесу мала, далі $U_B(0, t), U_C(0, t)$ можна вважати постійними і такими, що дорівнюють

$$U_B(0, t) = -\frac{E_m}{2}(\sin \varphi - \sqrt{3} \cos \varphi); \quad (3)$$

$$U_C(0,t) = -\frac{E_m}{2}(\sin \varphi + \sqrt{3} \cos \varphi). \quad (4)$$

2. У нейтралі двигуна (кінець обмотки) при $x=l$ маємо

$$\begin{aligned} U_A(l,t) &= U_B(l,t) = U_C(l,t); \\ i_A(l,t) + i_B(l,t) + i_C(l,t) &= 0. \end{aligned} \quad (5)$$

З розгляду симетричного стаціонарного режиму перед комутацією (нехтуючи активними втратами) можна отримати напруги і струми в кожній фазі як функцію часу і відстані x від початку обмотки.

Вільну складову вимушеної напруги фази А було отримано в формі ряду [2].

Обмежуючись першим членом ряду і нехтуючи згасанням, маємо

$$U_A(0,t)_{max} = \sqrt{(E_m \sin \varphi)^2 + (I_m z_b \cos \varphi)^2}. \quad (6)$$

Оцінку рівнів комутаційних перенапруг при відмиканні електробура здійснювали експериментально, для чого використовували осцилографи із подільниками напруги, та на основі математичної моделі за допомогою ПЕОМ.

У результаті проведених розрахунків перенапруг для електробура Е 164/8М, який комутувався контактором КВМ-400 з такими технічними

параметрами: $U_n=1050$ В; $I_n=93$ А; $I_{xx}=67$ А; $C\phi=1.8 \cdot 10^{-6}$; $L\phi=10.75 \cdot 10^{-3}$ Гн; $R_l=1.3$ Ом; $\cos \varphi=0.64$ для струмів при різних моментах часу кратності перенапруг становлять (2-7) U_n .

Габарити електробура накладають жорсткі обмеження на зміцнення ізоляції, тому реальним шляхом координації ізоляції є не підвищення її електричної міцності, а ефективне обмеження комутаційних перенапруг.

Аналіз існуючих засобів захисту високовольтних мереж загального призначення, таких як пофазна комутація, шунтуючі опори в вимикачах є малоефективними через суттєві ускладнення конструкції вимикачів. Для зменшення комутаційних перенапруг пропонується використовувати малоіндуктивні конденсатори, розрядники або варистори з напівпровідниковими елементами [3].

1. Каганов З.Г. Волновые напряжения в электрических машинах. М., 1970. 2. Меньшов Б.Г., Федорив М.И. Расчет перенапряжений при отключении электробура // Энергетика. 1989. № 9. С.46-49. 3. Мнухин А.Г., Коневский Б.И. Защита электрических сетей шахт от коммутационных перенапряжений. М., 1987.

УДК 622.276

ДІАГНОСТИКА СТАНКІВ-ГОЙДАЛОК

© Малько Б.Д., Харун В.Р., 1998

Івано-Франківський державний технічний університет нафти і газу

Проаналізовані методи діагностики станків-гойдалок за динамограмами і діаграмами потужності привідного двигуна. Показано, що другий метод дає інформацію як про характер роботи плунжерного насоса, так і про якість зрівноваження станка-гойдалки.

Основним джерелом інформації про технічний стан і роботу станків-гойдалок (СГ) і, особливо, заглибних насосів, є динамограма. Запис динамограм здійснюється безпосередньо на діючих установках СГ. Суттєвим недоліком цього методу є те, що для виконання запису необхідно зупинити СГ з тим, щоб закріпити динамометр. За час зупинки міняється ситуація в свердловині і після пуску СГ потрібен деякий час для того, щоб робота станка стабілізувалась. Крім того, динамограма несе інформацію про сукупне навантаження на полірованому штоці від плунжерного насоса, сил ваги і інерції колони штанг. Існуючі методи аналізу динамограм [1] ґрунтуються на візуально-аналітичному принципі. При цьому спочатку візуально оцінюється характер динамограми, можливість відхилень у

роботі заглиблювального насоса, а потім виконується розрахунок певних показників, які підтверджують або, інколи, спростовують початкові висновки. Якість такої експертизи суттєво залежить від суб'єктивного чинника, тобто досвіду оператора.

Більш об'єктивний і високий рівень має автоматичний контроль стану роботи СГ [2]. У цьому разі обробка результатів динамометрування виконується за допомогою обчислювальної техніки. Для динамометрування пропонується використовувати електронні давачі. Це дає змогу одержувати інформацію без зупинки СГ і оперативно її обробляти. Розроблені методики аналізу, які базуються на методиці, запропонованій в [1], переведені на машинні коди. Такий шлях вимагає великої бази динамограм про типові неполадки в роботі насосів.